

Załącznik nr 2a
do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Autoreferat

wraz z opisem osiągnięcia naukowego

BADANIA JAKOŚCI NADRUKU W DRUKOWANIU CYFROWYM

Dr inż. Svitlana Khadzhynova
Instytut Papiernictwa i Poligrafii
Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji
Politechnika Łódzka

1. Imię i nazwisko – Svitlana Khadzhynova

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej:

1. 1995 r. – Ukraińska Akademia Drukarstwa, stopień doktora nauk technicznych nadany przez Wyższą Komisję Atestacyjną Ukrainy na podstawie Uchwały Specjalnej Rady Naukowej Ukraińskiej Akademii Drukarstwa z dnia 24.02.1995 r., protokół nr 1/79. Uzyskany dyplom kandydata nauk jest równoważny z polskim dyplomem doktora nauk technicznych – zaświadczenie Ministra Edukacji Narodowej i Sportu RP nr 5847, z dnia 14.05.2003 – „Badanie właściwości offsetowych form drukowych z modyfikowaną warstwą kopiową na podstawie orto-nafto-chinondiazydów”
2. 1989 r. – Ukraiński Poligraficzny Instytut im. Iw. Fiodorowa (obecnie Ukraińska Akademia Drukarstwa), Wydział Technologiczny – „Projekt technologicznego procesu drukowania produkcji w drukarni nr 8 WGO „Sojuzucziotizdat” z opracowaniem technologii zmniejszającej odpady w dziale wykonania form do drukowania offsetowego” (inż.).

3. Informacje dotyczące zatrudnienia:

1. 01.02.2000 – obecnie – adiunkt, Instytut Papiernictwa i Poligrafii, Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji Politechniki Łódzkiej.
2. 1995-2000 – asystent, starszy wykładowca, Ukraińska Akademia Drukarstwa (Lwów, Ukraina).
3. 1995 – inżynier-technolog, Ukraiński Naukowo-Badawczy Instytut Przemysłu Poligraficznego (Lwów, Ukraina).
4. 1994 – pracownik naukowy, Ukraiński Instytut Poligraficzny im. Iw. Fiodorowa (Lwów, Ukraina).
5. 1990-1993 – studia doktoranckie, Ukraiński Instytut Poligraficzny im. Iw. Fiodorowa (Lwów, Ukraina).
6. 1989-1990 – stażysta-badacz, Ukraiński Instytut Poligraficzny im. Iw. Fiodorowa (Lwów, Ukraina).

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

BADANIA JAKOŚCI NADDRUKU W DRUKOWANIU CYFROWYM

4.1. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy.

Jako osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 16 w/w ustawy, będące podstawą do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji przedstawiam monografię:

Khadzhyanova S. „Badania jakości nadruku w drukowaniu cyfrowym”, 2018 r.,
Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. Recenzenci: prof. dr hab. inż. Svitlana Havenko
oraz dr hab. inż. Wiesław Cetera.

Mój udział wynosi 100%.

4.2. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wraz z zaprezentowaniem ich praktycznego wykorzystania

Moje zainteresowania naukowo-badawcze, po obronie pracy doktorskiej, skupiały się przede wszystkim na zagadnieniach dotyczących nowych technik drukowania cyfrowego, które pojawiły się w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku oraz ewolucji poziomu jakości odbitek cyfrowych na tle klasycznych technik drukowania.

Nowe cyfrowe sposoby drukowania cyfrowego, głównie druk elektrofotograficzny i natryskowy (ink-jet), wymagają zastosowania papierów o specyficznych właściwościach, zdolnych do zadrukowania suchym lub ciekłym tonerem i ciekłym atramentem. Pierwszym rozwiązaniem tego problemu było pojawienie się nowych gatunków papierów dedykowanych do drukowania cyfrowego (elektrofotograficznego, natryskowego lub innego). Następnym rozwiązaniem, które było możliwe dzięki rozwojowi konstrukcji maszyn cyfrowych, było zastosowanie papierów o uniwersalnych właściwościach, które można stosować w różnych technikach drukowania cyfrowego i klasycznego. Taki kierunek wymaga ścisłej współpracy specjalistów z branży papierniczej i poligraficznej i stawia trudne zadanie: dla branży poligraficznej – sprecyzowanie wymagań stawianych papierom drukowym, a przed producentami papieru – sprostanie takim wymaganiom w trakcie produkcji papieru. Najnowszym trendem jest stosowanie zwykłych papierów drukowych (powlekanych i niepowlekanych) w systemach drukowania cyfrowego. Takie papiery w maszynach natryskowych przed drukiem lub w trakcie drukowania są specjalnie przygotowywane poprzez nanoszenie specjalnych powłok przyjmujących atrament. Dodatkowo powinny być spełnione również wymagania stawiane w zakresie inżynierii produkcji. W obecnej sytuacji różnorodności technologii drukowania cyfrowego niełatwo przewidzieć, jak zachowa się papier w konkretnych warunkach drukowania, jaki będzie charakter jego współdziałania z farbą oraz jaki wpływ na jakość druków będą wywierały czynniki technologiczne. Nowoczesne metody

analizy systemowej pozwalają na opracowanie klasyfikacji poligraficznych procesów technologicznych i w szczególności na określenie powiązań hierarchicznych pomiędzy procesami drukowania cyfrowego, zastosowanymi materiałami w druku (podłoże zadrukowywane i farba (toner, atrament)) a wymaganą jakością nadruku.

Celem badań w prezentowanym osiągnięciu naukowym jest ustalenie wpływu poszczególnych cech fizykochemicznych papieru na jakość druków wykonywanych w technice drukowania cyfrowego metodą elektrofotograficzną i natryskową (ink-jet) oraz opracowanie na podstawie badań eksperymentalnych modeli matematycznych zależności jakości nadruku od parametrów (właściwości) papieru i określenie istotności wpływu poszczególnych właściwości papieru na jakość nadruku w badanych technikach drukowania cyfrowego (elektrofotografii i drukowaniu natryskowym).

Drugim celem było opracowanie, na podstawie modeli matematycznych, równań umożliwiających prognozowanie poszczególnych parametrów jakościowych odbitek cyfrowych (elektrofotograficznych i natryskowych).

Kolejnym celem było opracowanie sposobu optymalizacji jakości nadruku na zwykłych papierach w drukowaniu natryskowym za pomocą specjalnych powłok, które umożliwiają kontrolowany proces absorpcji cieczy/atramentu w drukowaniu natryskowym.

Cel naukowy zostanie omówiony zgodnie z następującą kolejnością zagadnień badawczych:

- Analiza metod drukowania cyfrowego elektrofotograficznego i natryskowego (ink-jet) oraz obszarów jego zastosowania.
- Analiza problemu jakości nadruku w drukowaniu elektrofotograficznym i natryskowym na podstawie mechanizmu współdziałania farby (tonera i atramentu) z papierem. Systematyzacja parametrów jakościowych odbitek cyfrowych w aspekcie standaryzacji procesu drukowania cyfrowego. Analiza rodzajów problemów i błędów, które pojawiają się w trakcie drukowania elektrofotograficznego i natryskowego.
- Badania wpływu właściwości fizyko-chemicznych papierów na parametry jakościowe odbitek wykonanych metodą elektrofotografii i drukowania natryskowego.
- Opracowanie modeli matematycznych i określenie na ich podstawie istotności wpływu poszczególnych cech fizykochemicznych papieru na jakość odbitek elektrofotograficznej i natryskowej;

- Opracowanie na bazie utworzonych modeli matematycznych równań określających zależność wartości parametrów charakteryzujących jakość nadruku od właściwości użytych papierów;
- Optymalizacja parametrów jakościowych nadruku natryskowego na zwykłych papierach offsetowych za pomocą powłok na bazie modyfikowanego poli(alkoholu winylowego), które umożliwiają kontrolowany proces absorpcji.

Wyniki badań dotyczących analizy problemu jakości nadruku w drukowaniu cyfrowym, modelowania matematycznego wpływu poszczególnych cech papieru na jakość odbitek elektrofotograficznych i natryskowych oraz sposobów optymalizacji jakości nadruku natryskowego za pomocą powłok receptywnych zostały podsumowane w monografii „Badania jakości nadruku w drukowaniu cyfrowym”, którą przedkładam jako podstawę wniosku do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego.

Zakres tematyczny pracy dotyczy zagadnień poligraficznych, a postawione cele i ich realizacja wpisują się w zakres dyscypliny naukowej inżynierii produkcji (obszar nauk technicznych), z wyraźną dominacją tematyki zarządzania jakością, a w szczególności dotyczą zagadnień związanych z pomiarem i oceną jakości produktów poligraficznych oraz kontrolą i doskonaleniem jakości cyfrowych odbitek poligraficznych.

Wyniki moich prac nad teoretycznymi podstawami drukowania cyfrowego (elektrofotograficznego i natryskowego i innych) podsumowane zostały w monografiach napisanych we współautorstwie: „Sposoby drukowania cyfrowego”¹, „Drukowanie natryskowe (ink-jet)”² oraz „Znakowanie: technologia, urządzenia, materiały”³. W oparciu o szczegółową analizę metod drukowania elektrofotograficznego i natryskowego (ink-jet) w monografii „Badania jakości nadruku w drukowaniu cyfrowym” została opracowana klasyfikacja sposobów drukowania cyfrowego, maszyn drukujących, farb (tonerów i atramentów) oraz podłoży stosowanych w metodach drukowania cyfrowego. Przeanalizowano wpływ poszczególnych etapów na jakość nadruku w drukowaniu elektrofotograficznym i natryskowym oraz określono obszary i perspektywy zastosowania tych metod drukowania. Dzięki temu, że technologia drukowania cyfrowego, w porównaniu do technik druku klasycznego, charakteryzuje się takimi zaletami jak szybkość realizacji zleceń oraz możliwość personalizacji druków (na co jest obecnie zapotrzebowanie tak w produkcji druków

¹ Khadzhynova S., Jakucewicz S.: Sposoby drukowania cyfrowego. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2016.

² Khadzhynova S., Jakucewicz S., Piłczyńska K.: Drukowanie natryskowe (ink-jet). Monografia. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2017.

³ Havenko S., Khadzhynova S.: Znakowanie: technologia, urządzenia, materiały. Monografia. Liga-Press, Lwów, 2015.

komercyjnych, jak i w druku reklamy czy opakowań) zainteresowanie tymi technikami drukowania ciągle wzrasta. Zwiększenie wydajności i niezawodności maszyn cyfrowych umożliwia zwiększenie efektywności druku cyfrowego przy drukowaniu dużych nakładów i doprowadza do konkurencji z drukiem offsetowym. Najbardziej dynamicznie rozwija się segment cyfrowego rynku etykiet i opakowań giętkich. Obecnie ten rynek oceniany jest na 13,2 mld dolarów i prognozuje się, że do 2022 wzrośnie do 23,2 mld dolarów. W 2017 r. liczba zainstalowanych cyfrowych maszyn dla druku etykiet w Europie przekroczyła po raz pierwszy sprzedaż klasycznych maszyn. Potwierdza to również fakt, że czołowi producenci maszyn klasycznych fleksograficznych firmy Gallus, Mark Andy, Nilpeter, Uteko w swojej ofercie posiadają maszyny druku cyfrowego, które zostały opracowane wspólnie z firmami specjalizującymi się w druku cyfrowym. Wzrasta również zainteresowanie hybrydowymi procesami produkcyjnymi łączącymi klasyczne i cyfrowe techniki drukowania.

W obydwu technikach drukowania cyfrowego elektrofotograficznej i natryskowej trendem w drukowaniu nakładowym jest zwiększenie formatu drukowania do B2 i więcej oraz rozszerzenie gamy zadrukowanych podłoży.

Druk natryskowy należy do sposobów drukowania bezkontaktowego, może służyć do zadruku zarówno dużych, jak i małych formatów na różnych rodzajach podłoży, co przyczynia się do rozpowszechnienia tej techniki. Moduły drukowania natryskowego w prostszy sposób, w porównaniu do zespołów elektrofotograficznych, można integrować w maszynach drukujących i liniach konwertujących. To powoduje, że technika ta zaczyna dominować wśród technik drukowania cyfrowego. Zgodnie z Drupa Global Print Report 2017, 74% rynku druku cyfrowego należy do drukowania natryskowego i przewiduje się dalszy wzrost jego udziału.

Bardzo ważny wątek stanowi wykonana analiza mechanizmu współdziałania farby (tonera i atramentu) z papierem w procesie drukowania cyfrowego elektrofotograficznego i natryskowego. W ostatnich latach, dzięki wdrożeniu innowacyjnych technologii w cyklu produkcyjnym i zarządzaniu, ciągle zwiększa się jakość drukowania. Obserwuje się zbliżenie poziomu jakości nadruku w różnych technologiach drukowania. Na przykład, jakość odbitek fleksograficznych w zakresie drukowania etykiet i opakowań giętkich dorównała obecnie poziomowi drukowania offsetowego. Jakość drukowania cyfrowego również osiągnęła poziom niepisanego standardu jakości – offsetu. Każda z technik drukowania klasycznego i cyfrowego ma swoją specyfikę i szczegółowe wymagania stawiane jakości nadruku.

Dotychczasowe badania w tym zakresie dotyczą głównie technik drukowania klasycznego (analogowego). Wiele prac naukowo-badawczych zostało poświęconych badaniom współdziałania farby i papieru w tradycyjnych technikach drukowania, a i tak nie

wszystkie problemy zostały rozwiązane. Specyfika wytwarzania obrazu w technikach drukowania cyfrowego oraz ilość problemów związanych z jakością nadruku wymusza kontrolowanie większej, niż w technikach druku klasycznego, liczby parametrów odbitek cyfrowych. Na podstawie analizy procesów drukowania cyfrowego (elektrofotograficznego i natryskowego) w pracy określono czynniki mające wpływ na jakość nadruku w tych technikach.

Analiza procesu współdziałania farby (tonera, atramentu) w cyfrowych technikach drukowania elektrofotograficznej i natryskowej (ink-jet) wykazała, że w technice drukowania elektrofotograficznego z zastosowaniem suchego tonera jakość nadruku w dużym stopniu jest niezależna od stosowanego papieru. Jedynie w technice drukowania elektrofotograficznego z zastosowaniem tonera ciekłego (maszyny HP Indigo) intensywność nadruku i rozpiętość barw zależą od stosowanego papieru (papier niepowlekany i papier powlekany). Z kolei w drukowaniu natryskowym jakość nadruku w dużym stopniu jest uzależniona od rodzaju stosowanego podłoża, zwłaszcza przy zastosowaniu atramentów wodnych. W celu uzyskania wysokiej jakości nadruku w tej technice stosowane są podłoża ze specjalnymi powłokami przyjmującymi atrament (receptywnymi). Określono wymagania co do właściwości takich powłok. Powłoki papierów do drukowania natryskowego, powinny się charakteryzować:

- równomierną gładką powierzchnią o kolorystycznie neutralnym odcieniu;
- odpowiednią absorpcją atramentu w kierunku prostopadłym do powierzchni, przy jednoczesnym zachowaniu rozmiarów i kształtu elementów graficznych (punktu rastrowego, linii);
- zatrzymywanie atramentu powinno odbywać się w górnej części powłoki do chwili wyparowania zawartej w niej wody;
- obecnością mikroporów w powłoce, które umożliwiły by kontrolowaną absorpcję atramentu.

W pracy usystematyzowano i zgrupowano parametry jakościowe odbitek cyfrowych. Można wyróżnić następujące grupy parametrów jakościowych:

- Jakość nadruku dużych obszarów jednolicie wypełnionych farbą (apla, tinta);
- Parametry jakościowe nadruku linii;
- Dokładność pasowania obrazu;
- Jednorodność/stabilność nadruku;
- Rozdzielczość;
- Obecność zabrudzeń.

Opracowanie modeli matematycznych dla procesów drukowania elektrofotograficznego i natryskowego wymaga wykonania badań praktycznych dotyczących wpływu poszczególnych cech fizykochemicznych papieru na jakość druków wykonywanych w technice drukowania cyfrowego. W tym celu dokonano wyboru papierów do druku i wytypowano ich właściwości, które mają wpływ na jakość druku, z uwzględnieniem specyfiki drukowania elektrofotograficznego i natryskowego oraz parametrów jakościowych nadruku. Wybrano szereg papierów drukowych m.in.: papiery, które powszechnie są stosowane w drukowaniu offsetowym (powlekane i niepowlekane), niepowlekane papiery dedykowane do drukowania cyfrowego (satynowane) oraz specjalne papiery do drukowania natryskowego (papiery fotograficzne i papiery z powłokami mikroporowatymi) o różnej gramaturze. Oprócz tego w badaniach wpływu gładkości papieru na jakość nadruku użyto papieru niepowlekanego objętościowego o różnym poziomie gładkości (różny stopień gładkości uzyskano dzięki procesowi wielokrotnego kalandrowania). Opracowano plik cyfrowy, zawierający obraz testowy, na podstawie którego oceniano jakość odbitek, wykonanych w technice drukowania cyfrowego metodami elektrofotograficzną i natryskową (ink-jet). Na wybranych podłożach wykonano odbitki testowe w dwóch technikach drukowania cyfrowego: metodą elektrofotograficzną (na przemysłowej cyfrowej maszynie elektrofotograficznej firmy Xerox) i natryskową (na biurowej drukarce natryskowej firmy Canon).

Do analizy jakości nadruków wybrano i zbadano szereg parametrów jakościowych odbitek: gęstość optyczną, prześwitywanie nadruku, przyrost rastrowej wartości tonalnej, kontrast druku, rozdzielczość druku, ziarnistość i mottling, rozpiętość barw, stabilność nadruku na arkuszu i parametry jakościowe linii (szerokość, rozmycie i strzępiastość).

Właściwości wybranych do badań papierów. Wszystkie papiery wybrane do badań można podzielić na cztery grupy: papiery niepowlekane gładzone maszynowo (papier objętościowy, papier offsetowy, papiery biurowe); papiery powlekane o powłokach z połyskiem i matową o dwóch różnych gramaturach; niepowlekane papiery satynowane. Odrębną grupę stanowiły specjalne papiery dedykowane do drukowania natryskowego. Zbadano podstawowe parametry wybranych papierów. Wartości gramatury badanych papierów zawierały się w zakresie od 80 do 250 g/m², grubości – 96 do 246 μm, gładkość Bekka – od 4 do 770 s, przenikalność powietrza – od 0 do 11 μm/Pa·s, sztywność dla kierunku maszynowego (MD) od 0,36 do 8,18 mNm; rezystywność skrośna od 0,4 do 22 GΩm. Zauważono między innymi wpływ gramatury i grubości na sztywność papieru, wpływ obecności powłoki na wzrost gładkości i przenikalność powietrza (brak przenikalności). Stwierdzono również, że najwyższą rezystywność osiągnęły papiery objętościowy i powlekany z połyskiem.

Właściwości sorpcyjne papierów. Pod kątem druku natryskowego zbadano właściwości sorpcyjne papierów w kierunku prostopadłym do powierzchni – dynamikę intensywności penetracji wody. Większość badanych papierów charakteryzowała się zbliżonym czasem osiągnięcia maksimum penetracji $t_{\max}=0,08s$, co świadczy o tym, że nie stwarzały one oporu w trakcie nawilżania. Papiery niepowlekane cechują się krótkim czasem spadku intensywności penetracji do poziomu 95% od maksymalnej wartości (t_{95}), a papiery powlekane – dłuższym czasem t_{95} , co świadczy o tym, że proces przemaczania w tych papierach przebiega znacznie wolniej, w porównaniu do papierów niepowlekanych. Papiery niepowlekane charakteryzują się najwyższym parametrem rel. Varinace oraz Mottle Index, co świadczy o największej, wśród badanych papierów, nierównomierności wsiąkania wody w papier. Dla papierów powlekanych ma miejsce lepszy parametr rel. Varinace oraz Mottle Index w porównaniu do papierów niepowlekanych. A największą równomiernością wnikania wody w papier charakteryzował się papier fotograficzny.

Również wydłużenie papierów przy kontakcie ich powierzchni z wodą jest najmniejsze dla papierów powlekanych. Większe wartości deformacji papieru na mokro zaobserwowano dla papierów niepowlekanych, za wyjątkiem papieru satynowanego (o gramaturze 250 g/m^2). Papiery o większej gramaturze ulegają mniejszej deformacji wydłużania na mokro w porównaniu do tych samych papierów o mniejszej gramaturze.

Jakość odbitek elektrofotograficznych. Analiza jakości odbitek elektrofotograficznych wykazała różnice w jakości nadruku na papierach powlekanych, niepowlekanych gładzonych maszynowo i niepowlekanych satynowanych. Nadruki wykonane na papierach powlekanych charakteryzują się najmniejszym stopniem rozmycia linii, najmniejszą skłonnością do mottlingu i ziarnistości oraz największą rozpiętością barwy. W dalszej kolejności uplasowały się papiery satynowane (o najwyższej gładkości wśród papierów niepowlekanych), a najniższą jakość nadruku uzyskano na papierach niepowlekanych gładzonych maszynowo. Wszystkie badane papiery charakteryzowały się zbliżoną reprodukcją linii pod względem szerokości i strzępiastości, podobną rozdzielczością druku i dobrym przyleganiem tonera. Wartości parametru rozmycia linii okazały się najniższe dla papierów powlekanych, a najwyższe dla papierów niepowlekanych gładzonych maszynowo. Nie zauważono bardzo wyraźnego wpływu stosowanych rodzajów papieru na takie parametry nadruku jak przyrost rastrowej wartości tonalnej i kontrast druku. Wszystkie badane papiery charakteryzowały się również brakiem prześwitywania nadruku.

Badania wpływu gładkości papieru (symulacja zmiany gładkości na podstawie kalandrowania papieru objętościowego) wykazały, że zwiększenie gładkości powoduje wzrost

szerokości reprodukowanych linii, co przyczynia się do nieznacznego spadku rozdzielczości druku.

Analiza jakości odbitek natryskowych. W odróżnieniu od uzyskanych wyników badań jakości odbitek elektrofotograficznych, stwierdzono bardziej wyraźny wpływ rodzaju papieru na ogólną jakość nadruku na odbitkach natryskowych. Najlepszymi parametrami jakościowymi pod względem gęstości optycznej i rozpiętości barwy charakteryzowały się papiery specjalne lub dedykowane do druku ink-jet (papier fotograficzny i z mikroporami), w dalszej kolejności są papiery powlekane, niepowlekane satynowane, a najniższą jakość nadruku uzyskano na papierach niepowlekanych gładzonych maszynowo.

Zaobserwowano wpływ rodzaju atramentu (atrament pigmentowy – kolor czarny (K) i atrament barwnikowy – kolory Cyan, Magenta i Yellow (CMY) na współdziałanie papieru z farbą, co skutkowało różnymi wartościami następujących parametrów nadruku: przyrost punktu rastrowego, kontrast druku oraz dokładność reprodukcji linii. Przy zastosowaniu atramentu pigmentowego (K) lepsze wartości tych parametrów uzyskano dla papierów powlekanych, natomiast używając atramentów kolorowych (CMY), najlepsze wartości uzyskano dla papierów niepowlekanych) i specjalnych.

Jednorodność nadruku (ziarnistość i mottling) apli na papierach powlekanych okazała się najlepsza (przy obu rodzajach atramentu). Zdecydowanie największą rozpiętość barwy uzyskano na papierach specjalnych, a w dalszej kolejności – na papierach powlekanych.

W celu zbadania istotności wpływu poszczególnych właściwości wybranych papierów na jakość odbitek wykonanych w technikach drukowania elektrofotograficznego i natryskowego stworzono modele matematyczne wpływu właściwości papieru na jakość druków. Modele zostały opracowane przy użyciu programu do analizy wieloczynnikowej SIMCA P+ firmy Umetrics, w oparciu o wyniki badań eksperymentalnych. Ten program akceptuje tabele sporządzone w arkuszu kalkulacyjnym Excel i pozwala na oznaczenie wszystkich danych wejściowych jako „X” oraz danych wyjściowych jako „Y”. Następnie program wykonuje obliczenia wprowadzonych danych i podaje opis modelu wieloczynnikowego. Otrzymana informacja o wieloczynnikowym modelu MMR posiada cztery składniki:

- współczynniki równań przewidujące dane wyjściowe;
- informacje o współczynnikach korelacji między czynnikami wejściowymi (R^2X); korelacji między parametrami wyjściowymi (R^2Y) oraz poziom zdolności przewidywania (Q^2);
- istotność ważnych zmiennych wejściowych modelu;
- dopasowanie pomiarów eksperymentalnych do modelu.

W opracowanych modelach matematycznych stworzono dwie macierze (rysunek poniżej): macierz czynników wejściowych A i macierz parametrów wyjściowych B.



Rys. 1. A ($N \times X$) – macierz zmiennych niezależnych (wielkości wejściowych), gdzie N – liczba badanych rodzajów podłoży, X – liczba niezależnych zmiennych (parametrów podłoża). B ($N \times Y$) – macierz zmiennych zależnych, gdzie Y – liczba parametrów jakościowych nadruku (wielkości wyjściowych).

Istotność parametrów papieru w drukowaniu elektrofotograficznym oceniano na podstawie dwóch modeli matematycznych. Jeden model matematyczny pt. „Electrofotografia – Sumaryczna” miał na celu określenie istotności wpływ parametrów wszystkich badanych podłoży na jakość odbitek elektrofotograficznych. Drugi model pt. „Electrofotografia – Gładkość” miał na celu określenie istotności wpływu wybranych parametrów podłoża związanych ze zmianą jego gładkości (symulowanej za pomocą kilkakrotnego kalandrowania papieru objętościowego) na jakość odbitki elektrofotograficznej.

Wykonana analiza utworzonego modelu matematycznego „Electrofotografia – Sumaryczna”, zadaniem którego było określenie istotności wpływu właściwości papieru na sumaryczną jakość druków elektrofotograficznych wykazała, że na sumaryczną jakość nadruku (definiowaną jako: gęstość optyczna nadruku apli, kontrast druku, rozdzielczość, szerokość linii poziomych i pionowych, rozmycie linii poziomych i pionowych, strzępiastość linii poziomych i pionowych, mottling, ziarnistość, rozpiętość barwy) wykonanego metodą elektrofotografii z zastosowaniem suchego tonera mają przede wszystkim takie parametry podłoża jak:

- przenikalność powietrza (charakteryzująca obecność powłoki na powierzchni papieru (przenikalność równa zero) lub jej brak),
- gładkość papieru,
- przyleganie tonera,
- zawartość wilgoci.

Analiza modelu „Electrofotografia – Gładkość” wykazała, że na jakość nadruku (definiowaną jako: rozdzielczość druku, szerokość linii pionowych i poziomych, rozmycie linii pionowych i poziomych, i strzępiastość linii pionowych i poziomych) mają przede wszystkim

gładkość papieru i jego grubość (w wyniku kalandrowania grubość maleje) oraz, w mniejszym stopniu, rezystywność.

Istotność parametrów papieru w drukowaniu natryskowym oceniano również na podstawie dwóch modeli matematycznych („Ink-jet Sumaryczna CMY” oraz „Ink-jet Sumaryczna K”), co było związane z tym, że w procesie drukowania wykorzystano dwa rodzaje atramentów: barwnikowe kolorowe atramenty (CMY) i pigmentowy czarny atrament (K).

Wykonana analiza modelu „Ink-jet Sumaryczna CMY” wykazała, że na jakość nadruku (definiowaną jako: prześwitywanie nadruku (średnia wartość z C,M,Y), gęstość optyczna nadruku apli (średnia wartość z C,M,Y), przyrost rastrowej wartości tonalnej na polu 50% (średnia wartość z C,M,Y), kontrast druku (średnia wartość z C,M,Y), mottling (średnia wartość z C,M,Y), ziarnistość (średnia wartość z C,M,Y), rozpiętość barwy, stabilność nadruku (określanej na podstawie różnicy barw, ΔE), szerokość linii Cyan (0,25 pt.), rozmycie linii Cyan (0,25 pt.), strzępiastość linii Cyan (0,25 pt.) mają przede wszystkim parametry procesu penetracji cieczy w głąb struktury papieru (t_{95} , t_{max} , Mottle Index) oraz deformacja papieru przy kontakcie z wodą.

Wykonana analiza modelu „Ink-jet Sumaryczna K” wykazała, że na jakość nadruku (definiowaną jako: prześwitywanie nadruku (K), gęstość optyczna nadruku apli (K), przyrost rastrowej wartości tonalnej na polu 50% (K), kontrast druku (K), mottling (K), ziarnistość (K), szerokość linii K (0,25 pt.), rozmycie linii K (0,25 pt.), strzępiastość linii K (0,25 pt.)) mają wpływ przede wszystkim parametry charakteryzujące proces penetracji wody w głąb struktury papieru (t_{95} , t_{max} , Mottle Index), deformacja papieru przy kontakcie z wodą oraz przenikalność powietrza.

Podsumowując, można stwierdzić, że w drukowaniu natryskowym atramentami barwnikowymi, najbardziej istotnymi parametrami papieru mającymi wpływ na sumaryczną jakość nadruku są parametry charakteryzujące współdziałanie papieru z cieczą (wodą):

- szybkość penetracji (t_{95} i t_{max}),
- równomierność penetracji (Mottle Index) i
- deformacja papieru (wydłużenie) na mokro.

Natomiast przy zastosowaniu atramentu pigmentowego dodatkowym istotnym parametrem papieru okazała się przenikalność powietrza (obecność powłok pigmentowych).

Wykonana analiza matematyczna potwierdziła wyniki badań eksperymentalnych i pozwoliła na opracowanie równań, określających zależności wartości parametrów charakteryzujących jakość nadruku od właściwości użytych papierów, które pozwalają prognozować poszczególne parametry jakościowe nadruku.

Na podstawie wyników badań i dokonanych obliczeń dla utworzonych modeli matematycznych „Elektrofotografia – Sumaryczna”, „Elektrofotografia – Gładkość”, „Ink-jet Sumaryczna CMY”, „Ink-jet Sumaryczna K” ustalono wartości współczynników dla równań liniowych, na podstawie których można określać (prognozować) poszczególne wartości parametrów jakościowych nadruku.

$$Y_i = B_0 + B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot X_2 + B_3 \cdot X_3 + B_4 \cdot X_4 + \dots + B_n \cdot X_n$$

gdzie:

Y_i – rodzaj parametru jakościowego nadruku,

B_0 – stała równania dla danego parametru jakościowego nadruku,

B – współczynnik dla danej właściwości podłoża,

X – wartość właściwości podłoża.

Dla modelu „Elektrofotografia – Sumaryczna” ustalono wartości współczynników do dwunastu równań, określających prognozowane wartości parametrów jakościowych nadruku (gęstość optyczna, kontrast druku, rozdzielczość, szerokość linii poziomych dwupikselowych, strzępiastość linii poziomych, rozmycie linii poziomych, szerokość linii pionowych dwupikselowych, strzępiastość linii pionowych, rozmycie linii pionowych, mottling, ziarnistość, rozpiętość barw).

Dla modelu „Elektrofotografia – Gładkość” określono współczynniki dla siedmiu parametrów jakości nadruku (rozdzielczość, szerokość linii pionowych dwupikselowych, szerokość linii poziomych dwupikselowych, strzępiastość linii pionowych, strzępiastość linii poziomych, rozmycie linii pionowych, rozmycie linii poziomych).

Dla modelu „Ink-jet Sumaryczna CMY” ustalono wartości współczynników do jedenastu równań, określających prognozowane wartości parametrów jakościowych nadruku (prześwitywanie nadruku (średnia wartość z C,M,Y), gęstość optyczna nadruku apli (średnia wartość z C,M,Y), przyrost rastrowej wartości tonalnej na polu 50% (średnia wartość z C,M,Y), kontrast druku (średnia wartość z C,M,Y), mottling (średnia wartość z C,M,Y), ziarnistość (średnia wartość z C,M,Y), rozpiętość barwy, stabilność nadruku (na podstawie różnicy barw, ΔE), szerokość linii Cyan (0,25 pt.), rozmycie linii Cyan (0,25 pt.), strzępiastość linii Cyan (0,25 pt.).

Dla modelu „Ink-jet Sumaryczna K” ustalono wartości współczynników do dziewięciu równań, określających prognozowane wartości parametrów jakościowych nadruku (prześwitywanie nadruku (K), gęstość optyczna nadruku apli (K), przyrost rastrowej wartości

tonalnej na polu 50% (K), kontrast druku (K), mottling (K), ziarnistość (K), szerokość linii K (0,25 pt.), rozmycie linii K (0,25 pt.), strzępiastość linii K (0,25 pt.)).

Optymalizacja jakości nadruku natryskowego na zwykłych papierach offsetowych została zrealizowana za pomocą nowych powłok na bazie modyfikowanego poli(alkoholu winylowego), które umożliwiają kontrolowany proces absorpcji. Problem uzyskania wysokiego akceptowalnego poziomu jakości odbitek natryskowych na papierach, które są powszechnie stosowane w drukowaniu klasycznym (offsetowym) jest obecnie bardzo aktualny i może być rozwiązany w różny sposób. Analiza metod uniezależnienia jakości od rodzaju podłoża, które są stosowane w najnowszych maszynach i technologiach druku natryskowego pozwoliła na wyróżnienie trzech sposobów:

1. stosowanie specjalnych powłok (primerów) nanoszonych na papier przed zadrukiem in-line w maszynie drukującej. Primery mogą być наносzone całopowierzchniowo, za pomocą zespołów druku fleksograficznego na bazie cylindra anilox (Fujifilm JetPress, Heidelberg Primafire, Kodak Stream i in.), lub wybiórczo (kropla pod kroplę) – za pomocą dodatkowej głowicy druku natryskowego (Canon Canon Océ VarioPrint i300);
2. stosowanie specjalnych atramentów stałych, które w trakcie drukowania są stapiane i nanoszone w postaci ciekłej. Trafiając na podłoże, kropla atramentu krzepnie i nie penetrują w głąb porowatych podłoża, uzyskując tym samym intensywny nadruk (Océ Crystalpoint Technology, Xerox Phase Change Inks);
3. połączenie zastosowania specjalnych atramentów i pośredniego przenoszenia atramentu na podłoże w warunkach podwyższonej temperatury (za pomocą podgrzanego pasa transferowego) w przypadku nanografii powoduje przylepianie się atramentu do powierzchni podłoża i tym samym umożliwia osiągnięcie dużej intensywności nadruku.

Analiza papierów wykazała, że najczęściej stosowanymi spoiwami w powłokach recepcyjnych papierów specjalnych przeznaczonych do drukowania natryskowego są poli(alkohol winylowy) i skrobia (kationowa). Obydwa te spoiwa charakteryzują się dobrą siłą wiązania. Jako środki wiążące stosuje się je głównie do wiązania pigmentów w powłoce i zabezpieczają one dobre zwilżanie podłoża. Jednakże środki wiążące stosowane w powłokach papierów przeznaczonych do drukowania natryskowego również mają duży wpływ na jakość druku i na zwiększenie gamuty barw, dzięki temu, że barwidło atramentu zatrzymuje się w warstwie wierzchniej powłoki.

Uwzględniając ten fakt, kolejnym krokiem w badaniach była zaproponowana modyfikacja powierzchni papieru offsetowego za pomocą specjalnej powłoki (primera) pozwalającej na kontrolowany proces absorpcji atramentu w drukowaniu natryskowym. W tym celu specjalnie opracowano nową kompozycję mieszanek powlekających na bazie modyfikowanego poli(alkoholu winylowego) (Patent „Sposób obróbki papieru offsetowego przeznaczonego do drukowania natryskowego”). Zastosowano kompleks interpolimerowy na bazie poli(alkoholu winylowego) (PVA) i poli(winylopirolidonu) (PVP) o masie cząsteczkowej 12000 ± 2600 .

Na podstawie uzyskanych w pracy wyników badań można stwierdzić, że zastosowanie zaproponowanego primera zmienia właściwości sorpcyjne zwykłych papierów offsetowego i powlekanego (szeroko stosowanych w drukowaniu offsetowym). To z kolei powoduje zdecydowane polepszenie parametrów jakościowych odbitek natryskowych wykonanych na tak zmodyfikowanych podłożach papierowych:

- polepsza się intensywność nadruku (gęstość optyczna): dla odbitek na papierze offsetowym o ok. 40%, a dla papierów powlekanych o ponad 70% w stosunku do odbitek wykonanych na tych papierach bez primera;
- zwiększa się zakres odwzorowanych barw, zbliżając rozpiętość barw do najlepszej rozpiętości barw uzyskiwanej w technice drukowania offsetowego na papierach powlekanych;
- polepsza się dokładność odwzorowania elementów graficznych w postaci linii, a z elementów w postaci linii i krzywych jest zbudowana czcionka, co przełoży się na polepszenie odwzorowania tekstu lub nadruku kodu kreskowego.

Podsumowanie osiągnięcia naukowego i elementy nowości

Uzyskane wyniki potwierdzają złożoność procesów zachodzących w trakcie drukowania cyfrowego. Zrealizowany w ramach badań własnych program badawczy, opracowana metodologia i zaobserwowane nowe zjawiska stanowią znaczny wkład do wiedzy na temat procesów współdziałania farby i papieru w drukowaniu elektrofotograficznym i natryskowym oraz wpływu własności papieru na jakość druków cyfrowych.

Do oryginalnych osiągnięć i elementów nowości można zaliczyć:

- Kompleksową analizę i klasyfikację procesów i maszyn drukowania cyfrowego, farb (tonerów i atramentów) oraz podłoży do drukowania cyfrowego;

- Kompleksową analizę procesu współdziałania farb (tonerów i atramentów) z papierem oraz parametrów jakościowych odbitek cyfrowych (elektrofotograficznych i natryskowych);
- Opracowanie modeli matematycznych wpływu właściwości papieru na jakość druków elektrofotograficznych i natryskowych i określenie istotności wpływu poszczególnych cech papierów na jakość nadruku;
- Opracowanie równań pozwalających na prognozowanie poszczególnych parametrów jakościowych odbitek cyfrowych (elektrofotograficznych i natryskowych);
- Opracowanie metody optymalizacji jakości nadruku natryskowego na zwykłych papierach offsetowych za pomocą nowych powłok przyjmujących (powłoki receptywne, primer) atrament. W tym celu zaproponowano wykorzystanie interpolimerowego kompleksu na bazie poli(alkoholu winylowego) i poli(winylopirolidonu), który polepsza optyczne parametry jakości nadruku natryskowego (za pomocą atramentów wodnych) i umożliwia uzyskanie wysokiej jakości obrazu na zwykłych papierach offsetowych (niepowlekanych).

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Poza omówionym powyżej głównym obszarem badań, w mojej dotychczasowej działalności naukowo-badawczej można wyróżnić kilka innych wątków tematycznych.

Pierwszy z nich dotyczy modyfikacji powierzchni papieru za pomocą nowatorskich powłok celulozowych (artykuł pt. "Regenerated cellulose from N-methylmorpholine N-oxide solutions as a coating agent for paper materials"). Powłoki te były przygotowane drogą rozpuszczania celulozy w N-tlenku N-metylomorfoliny (N-methylmorpholine N-oxide, NMMO), a następnie uzyskiwano celulozę regenerowaną z tego roztworu, którą nanoszono na powierzchnię papieru. Modyfikacja ta spowodowała poprawę właściwości wytrzymałościowych papieru oraz zwiększenie jego hydrofobizacji, co pozytywnie wpłynie na poprawę właściwości drukowych papieru i jakości nadruku na nim.

Kolejny wątek tematyczny moich badań dotyczy zastosowania drukowania cyfrowego w technologii zabezpieczeń (monografia pt. „Sposoby zabezpieczania dokumentów” oraz szereg artykułów i patentów). W monografii została opracowana nowa klasyfikacja poligraficznych metod zabezpieczenia druków. Oprócz tego przeanalizowano sposoby, które stosuje się w trakcie zabezpieczania druków: zabezpieczenia w papierze i farbie, zabezpieczenia rysunkowe (w szacie graficznej), zabezpieczenia, które powstają w procesie

drukowania oraz zabezpieczenia optyczne, biometryczne, plomby zabezpieczające i inne metody. Sformułowano zalety i wady poligraficznych sposobów zabezpieczeń. Usystematyzowano i opisano techniczne środki identyfikacji, i procedury sprawdzenia autentyczności dokumentów drukowanych.

Do kręgu moich zainteresowań naukowych należą również badania parametrów wytrzymałościowych papierów (w tym higienicznych), tektur i tektur falistych oraz opakowań papierowych i tekturowych. W tym zakresie brałam udział w badaniach parametrów wytrzymałościowych tektury falistej oraz opracowywaniu oryginalnych metod obliczania sztywności zginania i odporności tektury falistej na zgniatanie krawędziowe. Metody te zostały opracowane przy założeniu, że papiery, z których wykonano tektury mogą być traktowane jak materiały sprężyste. Wyniki badań potwierdziły praktyczną przydatność zaproponowanych metod obliczania właściwości mechanicznych tektur falistych. Wyniki badań zostały zaprezentowane w artykułach:

- a) Havenko S., Bernatsek V., Khadzhynova S. Investigation of stress-strain state of micro-corrugated cardboard components in the process of its laminating and manufacturing packaging. *Mechanika* ISSN 1392-1207. 2017, Volume 23(3): 334-340
- b) Szewczyk W., Khadzhynova S.: Sztywność zginania i odporności na zginanie kolumnowe tektury falistej. *Opakowanie* nr 2, 2013, s. 54-60

Parametry wytrzymałościowe są nie mniej ważne również i dla wyrobów wykonanych na bazie papierów higienicznych, w szczególności dla takich wyrobów jak ręczniki papierowe. Właściwości fizyczne ręczników papierowych zależą od właściwości fizycznych papierów higienicznych, z których je wykonano, ale właściwości te ulegają zmianie w trakcie przetwarzania papierów, w szczególności na etapie wytlaczania. Ważnym parametrem opisującym ilościowo efekt wytlaczania jest względne pole powierzchni wytłoczeń. Opracowałam (we współautorstwie) cyfrową metodę analizy obrazu wytłoczonego na papierach higienicznych w celu określenia powierzchni obrazu wytłoczonego. Metoda ta była wykorzystana w badaniach i w pracach badawczych wykonywanych na rzecz przemysłu i polegała na określeniu zależności parametrów wytrzymałościowych papierów higienicznych zawierających wzory wytłoczone od powierzchni wytłoczeń.

Wykonano wraz ze współautorami badania wpływu powierzchni wytłoczeń na szereg właściwości wyrobów z papierów higienicznych: wytrzymałość na rozciąganie, rozciągliwość, pochłanianie energii rozciągania oraz wytrzymałość na rozciąganie na mokro. Wyniki badań zostały zaprezentowane w artykułach i były podstawą patentu:

- a) Khadzhynova S., Pełczyński P., Szewczyk W.: Sposób pomiaru względnego pola powierzchni wytłoczeń papierów higienicznych, Patent P.411814, Polska. 04.11.2016 r.
- b) Szewczyk W., Khadzhynova S., Pełczyński P.: Ocena względnego pola powierzchni wytłoczeń wyrobów z papierów higienicznych za pomocą analizy obrazów cyfrowych. Przegląd Papierniczy nr 9 (71), 2015, s. 533-537.
- c) Szewczyk W., Khadzhynova S., Pełczyński P.: Wpływ wytłaczania papierów higienicznych na ich właściwości fizyczne. Przegląd Papierniczy nr 12 (71), 2015, s. 699-704.

Jednocześnie starałam się, aby moja działalność naukowo-badawcza była użyteczna i znajdowała zastosowanie w praktyce gospodarczej. Byłam:

- kierownikiem lub wykonawcą w 26 pracach badawczych wykonanych w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii na rzecz przemysłu
- autorem lub współautorem 30 opinii o innowacyjności projektów/wniosków/technologii (szczegóły w wykazie opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych (załączniku nr 3)).

6. Podsumowanie dorobku naukowego

Całkowity dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje:

1. Monografie – 7;
2. Artykuły i komunikaty naukowe – 89;
 - 2.1. Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC) – 3;
 - 2.2. Publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JRC – 86;
3. Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe – 10;
4. Referaty i komunikaty naukowe – 25;
5. Udział w realizacji projektów badawczych finansowanych ze środków budżetowych na naukę przez KBN:
 - Projekt nr 3 T08E KBN. Optymalizacja ewolucyjna konstrukcji fleksograficznego zespołu drukującego – wykonawca, projekt zakończony w 2007 r.

- Projekt nr N507 067 32/1900. Opracowanie kryteriów oceny jakości współczesnych papierów do drukowania cyfrowego – wykonawca, projekt zakończony w 2009 r.
 - Projekt nr N508 441436. Analiza procesu migracji składników zadrukowanego opakowania przeznaczonego do kontaktu z żywnością – wykonawca, projekt zakończony w 2011 r.
 - Projekt nr N508 484638. Optymalizacja nowoczesnych układów transferu mediów w innowacyjnych procesach poligraficznych i przetwórczych, projekt własny – wykonawca, projekt zakończony w 2013 r.
6. Udział w realizacji projektów badawczych zleczanych przez zakłady przemysłowe: brałam udział w 26 pracach badawczo-rozwojowych i opracowałam (samodzielnie lub we współautorstwie) 30 opinii o innowacyjności projektów/wniosków/technologii.

Wskaźniki bibliograficzne:

- a) Sumaryczny impact factor: 4,766 (w tym po uzyskaniu stopnia doktora 4,766).
- b) Liczba cytowań publikacji według bazy SCOPUS: 11 (7 bez autocytowań).
- c) Indeks Hirscha według bazy SCOPUS: 2.
- d) Sumaryczna liczba punktów za publikacje naukowe – 530p.
- e) Liczba punktów za publikacje naukowe – udział S. Khadzhynova – 292,06p.

7. Omówienie dorobku dydaktycznego

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w 1995 r. podczas mojej pracy w Ukrainiejskiej Akademii Drukarstwa (Lwów) w ramach działalności dydaktycznej prowadziłam zajęcia z zakresu technologii drukowania i procesów introligatorskich oraz projektowania procesów poligraficznych.

Po rozpoczęciu pracy w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii (2000 r.) prowadziłam zajęcia dydaktyczne z zakresu poligrafii.

Obecnie w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii na Wydziale Zarządzania i Inżynierii Produkcji prowadzę zajęcia na kierunku „Papiernictwo i Poligrafia” z następujących przedmiotów:

- Technologia poligrafii (studia I stopnia, wykład);

- Technologia wytwarzania form drukowych (studia I stopnia, wykład i zajęcia laboratoryjne);
- Technologia drukowania klasycznego i cyfrowego (studia I stopnia, wykład i zajęcia laboratoryjne);
- Systemy do druku cyfrowego (studia I stopnia, wykład i zajęcia laboratoryjne);
- Metody zabezpieczenia druków (studia II stopnia, wykład i seminarium);
- Nauka o barwie i metody sterowania barwą (studia II stopnia, wykład i seminarium);
- Procesy zadruku opakowań (studia II stopnia, wykład i seminarium);
- Kontrola jakości i wady wyrobów papierowych (studia II stopnia, wykład i zajęcia laboratoryjne).

Prowadziłam wykłady i zajęcia praktyczne na studiach podyplomowych w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii: „Opakowania – projektowanie, technologia, zarządzanie”; „Nowoczesne technologie w papiernictwie i poligrafii”; „Nowoczesne technologie w papiernictwie” oraz szkoleniach wykonanych dla pracowników zakładów produkcyjnych papierniczych i poligraficznych: Polskiej Wytwórni Papierów Wartościowych S.A., drukarni Karl Knauer Poland Sp. z o.o., firm MAJAMI Sp. z o.o. oraz FLINT GROUP.

Byłam promotorem 78 prac inżynierskich i magisterskich, w tym 72 na kierunku Papiernictwo i Poligrafia w Politechnice Łódzkiej.

Jestem opiekunem Koła Naukowego Poligrafów w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii (od 2006 r.).

W ramach swoich obowiązków zastępcy dyrektora Instytutu Papiernictwa i Poligrafii ds. dydaktycznych opracowywałam programy kształcenia studiów I i II stopnia „Papiernictwo i Poligrafia” o profilu ogólnoakademickim i praktycznym.

Byłam opiekunem grup studenckich z Ukrainy i Kazachstanu w ramach wymiennych praktyk międzynarodowych:

- dwóch grup studenckich z Wydawniczo-Poligraficznego Instytutu Narodowego Technicznego Uniwersytetu Ukrainy „Kijowski Politechniczny Instytut” (Kijów) w latach 2012-2013 (25.08-01.09.2012 r. i 25-31.08.2013 r.);
- pięciu grup studenckich z Ukraińskiej Akademii Drukarstwa (Lwów) w latach 2012-2017 (02-08.09.2012 r., 18-24.08.2013 r., 24-30.08.2014 r., 24-30.08.2015 r., 03-09.07.2017 r.);
- jednej grupy studentów z Kazachstanu w roku 2016 (studenci Instytutu Inżynierii Przemysłowej Kazachskiego Narodowego Technicznego

Uniwersytetu Naukowego im. K. Satbayeva w Ałmaty, 21.11.2016 r.-04.12.2016 r.).

Byłam opiekunem staży naukowo-dydaktycznych:

- trzech nauczycieli akademickich z Ukraińskiej Akademii Drukarstwa: dr inż. Ivanny Konyukhovej (19-25.06.2017 r.), dr inż. Volodymyra Bernatseka (22-29.01.2018 r.) oraz dr inż. Myroslavy Kadyliak (22-29.01.2018 r.)
- jednego nauczyciela akademickiego z Wydawniczo-Poligraficznego Instytutu Narodowego Technicznego Uniwersytetu Ukrainy „Kijowski Politechniczny Instytut” im. Igora Sikorskiego – dr inż. Kateryna Zolotukhina (18-24.06.2017r.).

W roku 2016 w ramach programu Erasmus+ Teaching Staff Mobility odbyłam wizytę w Ukraińskiej Akademii Drukarstwa we Lwowie (6-13.11.2016 r.), a w okresie 25.06-20.07.2018 r. odbyłam staż naukowy w Ukraińskiej Akademii Drukarstwa we Lwowie.

8. Działalność organizacyjna

Od 2012 r. – obecnie – zastępca dyrektora Instytutu Papiernictwa i Poligrafii ds. dydaktycznych;

10.2017 r. – 08.2018 r. – przewodnicząca Komisji Jakości na Wydziale Zarządzania i Inżynierii Produkcji Politechniki Łódzkiej;

Od 2017 r. – obecnie członek Komisji Dydaktycznej na Wydziale Zarządzania i Inżynierii Produkcji Politechniki Łódzkiej;

W latach 2013-2017 – przewodnicząca Komisji ds. Zapełnienia Jakości w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii PŁ;

W latach 2012-2017 – przewodnicząca Komisji Rekrutacyjnej na kierunku Papiernictwo i Poligrafia w Politechnice Łódzkiej.

9. Nagrody

Nagrody za działalność naukową:

- Nagroda Zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe w latach 2015 - 2016.
- Nagroda I stopnia im. Prof. Edwarda Szwarcztajna za osiągnięcia naukowo-techniczne w dziedzinie papiernictwa w latach 2012-2016 za

współautorstwo w publikacji książkowej: „Sposoby zabezpieczania dokumentów”.

Nagrody za działalność dydaktyczną:

- Brązowy Medal za długoletnią służbę, 25.06.2012 r.

Inne nagrody, odznaczenia:

- Złota (17.03.2010), srebrna (22.02.2006) i brązowa (05.2003) odznaki Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich (SIMP)

Khadzhyanova S.