

ROBOTYKA W DYDAKTYCE

Wstęp

Rozwój elastycznej automatyzacji (FMS - Flexible Manufacturing Systems, CIM - Computer Integrated Manufacturing, AF - Annenned Factories) zależy w dużym stopniu od tempa rozwoju i zakresu badań nad robotami oraz ich aplikacji przemysłowych. Warunkiem powodzenia jest odpowiednie pod względem ilości i jakości kształcenie specjalistów na różnych poziomach. Przed powołaniem kierunku Automatyka i Robotyka w kilku szkołach wyższych w Polsce prowadzone były zajęcia z zakresu mechaniki, sterowania, sensoryki robotów i manipulatorów.

W roku 1985 z inicjatywy profesorów reprezentujących różne dyscypliny związane z robotyką i automatyką powołano zespół Naukowo-Dydaktyczny Ministerstwa Edukacji Narodowej dla przygotowania odrębnego kierunku studiów. Po intensywnych pracach tego zespołu w 1987 roku uruchomiono kierunek Automatyka i Robotyka. Obecnie jest on prowadzony na jedenastu krajowych uczelniach technicznych (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Białostocka, Politechnika Gdańska, Politechnika Łódzka, Politechnika Koszalińska, Politechnika Krakowska, Politechnika Poznańska, Politechnika Szczecińska, Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wrocławska) na dwudziestu wydziałach na różnych specjalnościach (Automatyka, Robotyka, Automatyzacja i Robotyzacja Procesów Przemysłowych, Elastyczne Systemy Produkcyjne, Przemysłowe Systemy Pomiarowe i inne).

W początkowym okresie - w latach 1987-1992 - struktura planu studiów była jednolita i sztywna. W ostatnich latach wprowadza się liczne zmiany idące w kierunku indywidualizacji i ograniczenia zajęć obowiązkowych. W 1990 r. na 14 wydziałach studiowało około 800 studentów. W roku akad. 1990/91 przyjęto ponad 350 nowych studentów. W 1992 roku odbyły się pierwsze obrony prac magisterskich. Przyjmując, że w latach 1993-1996 przyjęto na studia na kierunku AiR w kraju około 1200 - 1300 osób (przeciętnie 1-2 grup studenckich na każdej z 10 uczelni), orientacyjna liczba studentów wynosi obecnie 2500-3000. Zakładając sprawność rzędu 50-70% można ocenić, że w latach 1992 - 1996 wydano łącznie około 1200 dyplomów magisterskich. Kierunek Automatyka i Robotyka cieszy się nadal dużym powodzeniem u dobrych studentów. Obecnie dysponujemy laboratoriami dydaktycznymi, w których zainstalowanych jest ponad 60 robotów typu IRb-6, IRp-6, Nokia, Adept, robotów mobilnych i innych robotów krajowych i zagranicznych. Dysponujemy również kilkoma podręcznikami i skryptami z zakresu robotyki.

Podczas V KKR (Świeradów Zdrój, 24-26.09.1996) odbyło się krótkie spotkanie Sekcji Kształcenia Komitetu Automatyki i Robotyki PAN, na którym przedstawiciele różnych Politechnik wymienili doświadczenia w zakresie kształcenia.

Z myślą o zebraniu bardziej szczegółowych informacji o aktualnym stanie kształcenia na kierunku AiR Komitet Robotyki POLSPARu wystąpił wspólnie z Dyrekcją PIAPu z inicjatywą zorganizowania specjalnego seminarium. Zebranie materiałów pisanych i ich opublikowanie umożliwi nam wykorzystanie doświadczeń zebranych w latach 1987-1997, w celu podniesienia kształcenia na wyższy poziom u progu XXI stulecia.

1. Wprowadzenie

Przed powołaniem kierunku Automatyka i Robotyka zebrano informacje o kształceniu w dyscyplinie robotyka w różnych krajach. W tabeli 1 podano dane o nauczaniu zebrane w 20 krajach całego świata. W 76 uczelniach wykładane były w tym okresie 134 przedmioty, a 1/3 zajęć ilustrowana była ćwiczeniami laboratoryjnymi.

2. Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka w Polsce

Kierunek studiów Automatyka i Robotyka został wprowadzony na polskich politechnikach w 1986 roku, kształcenie na poszczególnych specjalnościach rozpoczęło się już w następnym roku akademickim. Plany studiów, specjalności i kierunki dyplomowania zostały opracowane przez Zespół Ekspertów d/s Automatyki i Robotyki Ministerstwa Edukacji Narodowej, w składzie:

prof. dr hab. inż. Jerzy Giergiel (AGH),
prof. dr hab. inż. Jan Koch (Politechnika Wrocławska),
prof. dr inż. Henryk Kowalowski (Politechnika Śląska),
mgr inż. Stanisław Kunikowski (Ministerstwo Przemysłu),
prof. dr hab. inż. Krzysztof Malinowski (Politechnika Warszawska),
prof. dr hab. inż. Franciszek Milkiewicz (Politechnika Gdańska),
prof. dr inż. Tadeusz Missala (Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów),
prof. dr inż. Adam Morecki (Politechnika Warszawska) - przewodniczący Zespołu,
prof. dr inż. Andrzej Samek (Politechnika Krakowska),
prof. dr hab. inż. Andrzej Woźniak (Politechnika Poznańska),
dr inż. Teresa Zielińska (Politechnika Warszawska) - sekretarz Zespołu.

Obecnie kierunek Automatyka i Robotyka prowadzony jest w AGH i dziesięciu krajowych politechnikach. W tym punkcie krótko opisano główne rezultaty uzyskane w ostatnich latach.

Kształcenie jest prowadzone na pięciu podstawowych specjalnościach i obejmuje:

- automatykę,
- robotykę,
- automatyzację i robotyzację procesów przemysłowych,
- elastyczne systemy produkcyjne,
- przemysłowe systemy pomiarowe.

W początkowym okresie struktura planu studiów była następująca: ogólna liczba godzin 4200+600 (praca dyplomowa), liczba tygodni w semestrze 15, liczba godzin tygodniowo 26-30, liczba egzaminów 30.

Podział godzin był następujący: ogólne dyscypliny 30%, podstawowe techniczne 35%, specjalnościowe 20%, inne 15%. Zestaw przedmiotów obieralnych zależał od wydziału. Minimalną liczbę godzin podstawowych dyscyplin ustalono w granicach 1065. Każdy wydział we własnym zakresie ustalał pozostałe 630 godzin.

Opiszemy pokrótce zagadnienie podziału godzin. Do grupy ogólnych dyscyplin należą: ekonomia, filozofia, języki obce, matematyka, fizyka - łącznie około 900 godzin. Do grupy podstawowych dyscyplin technicznych należą: wprowadzenie do automatyki i

robotyki, informatyka, mechanika, elektrotechnika z napędami elektrycznymi, elektronika z techniką mikroprocesorową, teoria sterowania, robotyka, podstawy konstrukcji, materiałoznawstwo, zautomatyzowane techniki wytwarzania. Wybór listy tych dyscyplin zależy od wydziału i jest różny dla grupy wydziałów mechanicznych, elektronicznych i elektrycznych.

Do grupy przedmiotów specjalnych należy zestaw dyscyplin związanych z przyszłą specjalizacją. Liczba godzin wynosi około 800, w tym połowę stanowią przedmioty obieralne. Ostatnia grupa jest związana z seminarium magisterskim (około 60 godzin) i pracą magisterską (około 600 godzin). Podajemy kilka przykładów kierunków dyplomowania:

- mechanika manipulatorów i robotów,
- projektowanie manipulatorów i robotów,
- sterowanie manipulatorów i robotów,
- napędy, sensory, inteligencja maszynowa.

W tabeli 2 podano listę politechnik w Polsce prowadzących ten kierunek studiów w latach akademickich 1987/88, 1988/89, 1989/90 i 1990/91.

Według szacunków w 1990 roku na 14 wydziałach (8 mechanicznych, 4 elektronicznych i 2 elektrycznych) studiowało około 800 studentów (415 na I roku, 250 na II roku i 125 na III roku). W roku akademickim 1990/91 przyjęto, według naszych szacunków, 350-380 studentów. Obecnie liczba ta wynosi około 1200. W 1992 roku odbyły się pierwsze obrony prac magisterskich. W ostatnich latach prowadzone są prace w zakresie nowego planu studiów, który zakłada znacznie mniejszą liczbę godzin (3000-3200) i stąd wynika potrzeba odpowiednich zmian w programach. Na ogół przyjmuje się wspólny pierwszy rok studiów, a od III semestru silnie zindywidualizowane plany studiów.

W latach 1987-1991 w Politechnice Warszawskiej było prowadzone Międzywydziałowe Studium Automatyki i Robotyki (tabela 3), w którym brało udział około 400 studentów.

3. Aktualne plany studiów na kierunku Automatyka i Robotyka

W ostatnich latach kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka jest prowadzone w AGH oraz 10 Politechnikach, a mianowicie: Białostockiej, Gdańskiej, Koszalińskiej, Krakowskiej, Łódzkiej, Poznańskiej, Szczecińskiej, Śląskiej, Warszawskiej i Wrocławskiej - na 20 wydziałach (elektrycznych, elektroniki, mechatroniki, mechanicznych). Aktualnie, obok podstawowych specjalności: robotyka, automatyka, automatyzacja i robotyzacja procesów przemysłowych, ESP i przemysłowych systemów pomiarowych, uruchomiono na różnych uczelniach nowe specjalności takie jak: Automatyka i Metrologia, Robotyka i Mechatronika, Komputerowe Systemy Automatyki, Komputerowe Systemy Pomiarowe, Automatyka Obiektów Ruchomych, Biomechanika i Sprzęt Medyczny, Mechatronika Robotów i Maszyn, Komputerowe Zintegrowane Systemy Wytwarzania, Automatyka Przemysłowa (tabela 4).

Jak wynika z tego przykładu, oferta dydaktyczna dla studentów jest bogata i urozmaicona. Należy zaznaczyć, że w ramach specjalności są prowadzone kierunki dyplomowania lub tzw. ścieżki umożliwiające wybór indywidualnej tematyki prac przejściowych i pracy dyplomowej.

Omówimy poniżej bardziej szczegółowo zakres i sposób kształcenia na poszczególnych uczelniach.

3.1. Kształcenie na Akademii Górniczo-Hutniczej

3.1.1. Kształcenie na wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH (przygotował prof. J. Giergiel)

Omówimy zakres kształcenia na przykładzie kierunku Automatyka i Robotyka, prowadzonym na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w Krakowie.

3.1.1.1. Rodzaje studiów

Studia na Wydziale IMiR prowadzone są systemem trójstopniowym:

- stopień pierwszy - studia inżynierskie,
- stopień drugi - studia magisterskie,
- stopień trzeci - studia doktoranckie.

Studia inżynierskie

Studia inżynierskie trwają 3,5 roku (7 semestrów). Po zaliczeniu semestru siódmego student ma możliwość:

- przystąpienia do wykonywania pracy dyplomowej inżynierskiej w wybranym kierunku studiów, a po jej wykonaniu i obronieniu uzyskuje stopień zawodowy inżyniera;
- podjęcia studiów magisterskich.

Studia magisterskie

Studia magisterskie trwają 3 semestry. Dyplom magistra inżyniera w wybranym kierunku studiów i specjalności uzyskuje się po zaliczeniu wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów, wykonaniu dyplomowej pracy magisterskiej i po jej obronie.

Studia doktoranckie

Studia doktoranckie trwają 8 semestrów. Podstawą przyjęcia na studia doktoranckie są oceny uzyskiwane w czasie studiów magisterskich i kolokwium kwalifikacyjne. Studia doktoranckie kończą się obroną pracy doktorskiej.

Studia zaoczne

Studia zaoczne są studiami płatnymi. Zajęcia prowadzone są w soboty i niedziele. Warunkiem przyjęcia jest posiadanie świadectwa dojrzałości oraz deklaracja uiszczenia opłaty za I rok studiów. Rekrutacja prowadzona jest na podstawie konkursu świadectw. Studia inżynierskie są 4,5 letnie (9 semestrów), zaś magisterskie 2,5 letnie (5 semestrów).

Studia podyplomowe

Wydział IMiR prowadzi także Studia Podyplomowe, których tematyka łączy się z kierunkiem kształcenia na studiach dziennych. Studia trwają 2 semestry i są przeznaczone dla absolwentów wyższych uczelni.

Studia magisterskie II stopnia

Rada Wydziału określa tryb postępowania kwalifikacyjnego dla przyjęć na studia magisterskie. Na studia magisterskie (II stopnia) mogą być przyjęci:

1. Studenci studiów inżynierskich Wydziału IMiR, którzy zaliczyli semestr siódmy studiów inżynierskich,
2. Osoby posiadające tytuł zawodowy inżyniera,
3. Studenci innych kierunków studiów technicznych, według szczegółowych zasad określonych przez Radę Wydziału.

3.1.1.2. Kierunki studiów i specjalności

Wydział IMiR prowadzi studia na trzech kierunkach:

Kierunek: Automatyka i Robotyka ze specjalnościami:

- Robotyka i Metrologia
- Robotyka i Mechatronika

Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn z 8 specjalnościami.

Kierunek: Górnictwo i Geologia z 1 specjalnością.

3.1.1.3. Kierunek studiów Automatyka i Robotyka

Specjalność Automatyka i Metrologia

Absolwent tej specjalności otrzymuje wszechstronne wykształcenie w zakresie metod opisu i projektowania układów sterowania dla różnych obszarów techniki. W procesie kształcenia ważną rolę pełnią przedmioty specjalnościowe, obieralne i prace przejściowe. Przedmioty specjalistyczne dotyczą takich zagadnień jak: identyfikacja, metrologia, napędy i sterowanie pneumatyczne oraz hydrauliczne, sterowanie procesami i systemami, systemy informatyczne i komputerowe wspomaganie projektowania, automatyzacja i robotyzacja procesów przemysłowych. Zadaniem przedmiotów obieralnych i prac przejściowych jest pogłębianie wiedzy w wybranych kierunkach, wynikających z tematyki pracy dyplomowej i indywidualnych zainteresowań studenta.

Specjalność Robotyka i Mechatronika

Absolwent specjalności robotyka i mechatronika jest przygotowany do rozwiązywania złożonych interdyscyplinarnych problemów z dziedziny szeroko pojętej automatyki i robotyki oraz mechatroniki. W czasie studiów uzyskuje wiedzę potrzebną do twórczego działania w zakresie projektowania, konstrukcji oraz eksploatacji urządzeń mechatronicznych, układów automatyki, sterowania mikroprocesorego, urządzeń przemysłowych, zautomatyzowanych centrów obróbkowych, oraz elastycznych linii produkcyjnych. Kształcenie obejmuje zagadnienia mechaniki, elektroniki, sterowania i oprogramowania. Istotnymi elementami kształcenia są zastosowania informatyki w konstrukcjach mechatronicznych i robotycznych. Chodzi tu o programowalne urządzenia

i systemy mechaniczne z sensoryką (czujnikami), elementami wykonawczymi (np. chwytakami) i komunikacją, sztuczną inteligencją. Kształcenie obejmuje elementy marketingu, projektowania, wytwarzania jak również zagadnienia eksploatacji.

Możliwość zatrudnienia

Kierunek Automatyka i Robotyka daje szerokie przygotowanie w zakresie automatyki i metrologii, robotyki i mechatroniki oraz dynamiki. Umożliwia to podjęcie pracy w różnych dziedzinach począwszy od szkolnictwa wyższego, instytutów badawczych, biur projektowych poprzez firmy o typowym dla automatyki i robotyki profilu przemysłowym, aparaturowym lub informatycznym aż po specjalistyczny przemysł elektromechaniczny i samochodowy.

Aktualnie realizowane są dwa projekty międzynarodowe (TEMPUS i EUREKA) związane z kształceniem na kierunku Automatyka i Robotyka. Projekty te umożliwiają studentom wyższych lat na odbywanie staży w zagranicznych przedsiębiorstwach i na uniwersytetach.

3.1.1.4. Plan studiów na kierunku Automatyka i Robotyka Wydz. IMiR

W tabeli 5 pokazano przykład planu studiów realizowanego na Wydziale IMiR.

3.1.2. Kształcenie na wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki AGH

Studia na tym wydziale uruchomiono w roku akademickim 1987/88. Na kierunku studiów Automatyka i Robotyka prowadzone są obecnie dwie specjalności.

3.1.2.1. Specjalności na kierunku Automatyka i Robotyka

Specjalność Automatyzacja procesów przemysłowych

Przedmiotem kształcenia są zagadnienia pomiarów i sterowania obiektami mechanicznymi (roboty przemysłowe), procesami przemysłu chemicznego, metalurgicznego, ceramicznego, jak również innymi systemami dynamicznymi, takimi jak systemy transportowe i komunikacji masowej. Istotnymi elementami procesu edukacyjnego są zastosowania informatyki w konstrukcjach urządzeń elektronicznych (głównie cyfrowych) oraz podstawy projektowania mikroprocesorowych sterowników dla zastosowań zarówno przemysłowych, jak i w urządzeniach powszechnego użytku, np. układy automatyki kamer video, sterowniki pralek automatycznych czy samochodowe układy ABS. Studenci zainteresowani informatyką mają możliwość zapoznania się ze specjalistycznym oprogramowaniem przeznaczonym do analizy i projektowania systemów sterowania oraz cyfrowego przetwarzania sygnałów, wykorzystując najnowocześniejszy sprzęt komputerowy, znajdujący się w laboratoriach.

Specjalność Informatyka w sterowaniu i zarządzaniu

Głównym celem kształcenia w ramach tej specjalności jest zaznajomienie studenta z nowoczesnymi metodami i systemami informatycznymi, w zastosowaniu do rozwiązywania zagadnień związanych ze sterowaniem procesów i zarządzaniem przedsiębiorstwem. Absolwent tej specjalności będzie posiadał wiedzę i umiejętności w zakresie nie tylko stosowania nowoczesnych systemów informatycznych, lecz również

tworzenia i rozwijania specjalizowanego oprogramowania. Bazę tej specjalności stanowią przedmioty informatyczne (języki programowania, systemy operacyjne, sieci komputerowe, bazy danych, sztuczna inteligencja) oraz przedmioty wprowadzające w problematykę zarządzania (ekonomia, ekonometria, rynek pieniężny i kapitałowy, marketing przemysłowy).

Możliwość zatrudnienia

Kierunek Automatyka i Robotyka, jakkolwiek należący do trudniejszych za względu na niezbędną bazę matematyczną, daje szerokie przygotowanie w zakresie analizy dynamiki systemów i metod przetwarzania danych. Umożliwia to podjęcie pracy w bardzo różnorodnych dziedzinach, począwszy od instytutów technologicznych i biur zajmujących się projektowaniem instalacji przemysłowych, poprzez firmy o typowym dla automatyki i robotyki profilu aparaturowym lub informatycznym, aż po instytucje zajmujące się analizą wielkich systemów ekonomicznych i społecznych. Aktualnie realizowane są trzy projekty międzynarodowe (TEMPUS) związane z kształceniem na kierunku Automatyka i Robotyka. Projekty te umożliwiają studentom wyższych lat odbycie stażu w zagranicznego w europejskich ośrodkach badawczych, przedsiębiorstwach i na uniwersytetach.

3.1.2.2. Plan studiów Automatyka i Robotyka Wydz. EAiE

W tabeli 6 podano plan studiów realizowany na Wydziale EAiE.

Szczegółowy wykaz przedmiotów dla studiów dziennych i zaocznych zamieszczono w tabelach 7 i 8.

3.2. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Białostockiej (przygotował: dr hab. M. Gawrysiak, prof. P.B.)

Kierunek automatyki i robotyki został powołany na Wydziale Mechanicznym w 1990 roku. Dwa lata później pojawił się także, na Wydziale Elektrycznym. Obecnie prowadzony jest tylko na Wydziale Mechanicznym.

3.2.1. Plan studiów

Od 1995 roku obowiązuje nowy plan studiów magisterskich, zaktualizowany w marcu 1997 roku. Dotyczy on studentów będących obecnie na I i II roku. Na plan ten składa się 3800 godzin, w tym 465 dla specjalności i 410 na pracę dyplomową. Specjalność rozpoczyna się na VIII semestrze. Nazwy specjalności pozostają nadal sprawą otwartą; nie przewiduje się specjalności robotyki. W grę wchodzi specjalności bardzo różnorodne: automatyzacja procesów wytwórczych, automatyzacja procesów przetwórczych, mechatronika, zarządzanie i marketing, czy inżynieria prototypowa i ortopedyczna. Wszystko będzie zależeć od potencjału kadrowego i laboratoryjnego Wydziału Mechanicznego.

Ze względów ekonomicznych plan studiów na kierunku automatyka i robotyka opiera się i jest komplementarny w stosunku do planu studiów na kierunku mechanika i budowa

maszyn. Kilkanaście przedmiotów podstawowych jest wspólnych (w całości lub w pierwszej części) dla obu kierunków. Dotyczy to szczególnie bloku przedmiotów elektrycznych i elektronicznych oraz dużego bloku przedmiotów ekonomicznych. Ten ostatni, o wymiarze 255 godzin, jest taki sam na obu kierunkach (tabela 9).

Zagadnieniom robotyki poświęcono w sumie 165 godzin. Składają się na to trzy przedmioty, wspólne dla wszystkich specjalności: podstawy robotyki (60), robotyzacja procesów (60) i podstawy mechaniki (45).

3.2.2. Wnioski i uwagi ogólne

Kierunek automatyka i robotyka jest kierunkiem interdyscyplinarnym. Najlepszym tego dowodem jest jego obecność na różnych wydziałach politechnik. Na dużych politechnikach prowadzony jest on przynajmniej przez dwa wydziały. W zależności od wydziału plany studiów różnią się i to znacznie. Tak jest zresztą na całym świecie, co można wyczytać np. w obszernym artykule, poświęconym kształceniu automatyków w różnych krajach ¹.

Powstaje pytanie: jak powinien wyglądać plan studiów na kierunku automatyki i robotyki w przypadku gdy prowadzi go tylko jeden wydział uczelni? Taką sytuację mamy właśnie na Politechnice Białostockiej. Wydaje się, że kierunek ten powinien:

- na wykładach dawać *podstawową wiedzę teoretyczną* dla każdego kierunku automatyki i robotyki. Wiedza ta opiera się na czterech podstawowych pojęciach inżynierii systemów sterowania: pojęciu *systemu dynamicznego* (w najszerszym sensie, a nie tylko w sensie mechanicznym), pojęciu *stabilności*, pojęciu *sprężenia zwrotnego* i pojęciu *kompensacji dynamicznej*,
- na laboratoriach *ilustrować praktycznie różne aspekty* automatyki i robotyki, takie jak modelowanie, identyfikacja, symulacja, analiza, projektowanie implementacja; niezbędne są w tym celu cztery podstawowe laboratoria: procesów przemysłowych, systemów wytwarzania, mechatroniki i pojazdów autonomicznych,
- koncentrować się bardziej na *procesach automatyzacji, mechatronizacji i robotyzacji*, niż np. na badaniach i konstrukcji robotów, ponieważ potrzeby rynku dotyczą przede wszystkim wdrażania istniejących systemów automatyzacji czy robotyzacji.

W efekcie kierunek automatyka i robotyka powinien *różnić się istotnie* od kierunku mechanika i budowa maszyn. Chodzi o wprowadzenie powyższych treści kosztem ograniczenia zajęć z zakresu klasycznych konstrukcji mechanicznych, a więc m.in. wytrzymałości materiałów, termodynamiki, podstaw konstrukcji mechanicznych i technologii mechanicznej. To cechuje właśnie plan studiów, realizowany od 1995 roku.

¹ Kheir N.A. *et al.* (1996) Control Systems Engineering Education, *Automatica*, Vol. 32, No.2, pp. 147-166

3.3. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Gdańskiej

3.3.1. Kształcenie na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

(przygotował prof. J. Nowakowski)

Studia na kierunku Automatyka i Robotyka zostały otwarte na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej w r. akad. 1991/92; w roku akademickim 1995/96 wydano pierwsze dyplomy ukończenia studiów wyższych.

Kształcenie na tym kierunku prowadzono początkowo w ramach dwóch specjalności:

- Elektroniczne Systemy Automatyki
- Przemysłowe Systemy Pomiarowe.

Od r. ak. 1996/97 kształcenie jest prowadzone w ramach trzech specjalności:

- Komputerowe Systemy Automatyki
- Komputerowe Systemy Pomiarowe
- Automatyka Obiektów Ruchomych.

Programy dwóch pierwszych specjalności nie różnią się istotnie od ich odpowiedników wyżej wymienionych, aczkolwiek w stopniu większym niż to miało miejsce w pierwszych latach kształcenia specjalistycznego - uwzględniają komputerowe metody i środki pomiarów i sterowania. Specjalność trzecia - Automatyka Obiektów Ruchomych - jest nową propozycją w zakresie kształcenia na kierunku Automatyka i Robotyka i uwzględnia zarówno zagadnienia, dotyczące robotów mobilnych i ich systemów nawigacyjnych, jak też specyficzne aspekty sterowania obiektami poruszającymi się, w tym - zwłaszcza - na lub w toni wodnej.

Aktualnie realizowany plan studiów na kierunku ilustrują dwie poniższe tabele (tabele 10 - 11).

3.3.2. Kształcenie na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki

(opracowali: dr A. Grono, prof. F. Milkiewicz)

Kierunek studiów Automatyka i Robotyka został uruchomiony w 1989 roku, na ówczesnym Wydziale Elektrycznym Politechniki Gdańskiej, z jedną szeroką specjalnością: Automatyka. Niżej przedstawia się krótką charakterystykę kierunku studiów Automatyka i Robotyka prowadzonego na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki PG.

3.3.2.1. Charakterystyka kierunku studiów i profil absolwenta

Na kierunku studiów Automatyka i Robotyka studenci są kształceni w zakresie szeroko pojmowanej specjalności automatyka. Absolwenci są przygotowani do projektowania i do eksploatacji układów i systemów sterowania zarówno dla pojedynczych procesów technologicznych (np. procesy wymiany ciepła, procesy wytwarzania pary wodnej, procesy wymiany masy, procesy destylacji, reakcje chemiczne itp.) jak i dla całych kompleksów technologicznych i to zarówno w sferze wytwarzania (fabryki, kombinaty chemiczne, metalurgiczne, energetyczne i inne) jak i w sferze obsługi (przedsiębiorstwa transportowe, żegluga i inne). Opanowują wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, informatyki stosowanej, metrologii, teorii sterowania, podstaw robotyki, algorytmów sterowania procesami i kompleksami, mikroprocesorowych i

komputerowych układów i systemów sterowania oraz metod projektowania tych układów i systemów. Na czwartym i piątym roku poza przedmiotami obowiązkowymi istnieją przedmioty obieralne. Lista przedmiotów obieralnych jest co roku przygotowywana przez kierownika kierunku studiów. Jest ona otwarta. Student może wybrać przedmioty obieralne zarówno z tej listy, jak i zaproponować przedmioty z poza niej (nawet z innej uczelni i z innego kierunku studiów). Wybrane przedmioty powinny spełniać dwa warunki:

1. Suma godzin w tygodniu przedmiotów powinna być nie mniejsza niż 6 w semestrze VIII i nie mniejsza niż 18 w semestrze IX,
2. Lista wybranych przedmiotów powinna być zatwierdzona przez kierownika kierunku studiów (tabela 12).

W programie przewidziano także po 3 godziny tygodniowo laboratorium problemowego w semestrach VIII i IX. Student wybiera w każdym semestrze indywidualny temat, który chciałby opracować w ramach tego laboratorium i opiekuna naukowego. Zarówno temat jak i opiekuna zatwierdza, bądź wyznacza kierownik kierunku studiów.

Absolwenci mogą być zatrudnieni jako:

- pracownicy twórczy w ośrodkach badawczo-rozwojowych i placówkach naukowych oraz w szkolnictwie wyższym,
- projektanci układów i systemów sterowania w oparciu o technikę mikroprocesorową i komputerową dla procesów technologicznych i całych kompleksów technologicznych w różnych gałęziach przemysłu i w innych działach gospodarki,
- inżynierowie eksploatacji układów i systemów sterowania oraz systemów informatycznych w różnych działach gospodarki.

3.3.2.2. Realizowany program kształcenia

Grupę przedmiotów ogólnych i kierunkowych zamieszczono w tabeli 12, a przedmiotów specjalnościowych (dla specjalności Automatyka) w tabeli 13. Co roku aktualizowana jest lista przedmiotów obieralnych i jest ona oferowana studentom do wyboru. Lista zawiera zwykle ponad 30 przedmiotów. Studenci mogą także zgłaszać propozycje z poza listy. Wybrane przez studenta przedmioty wymagają zatwierdzenia przez kierownika studiów. W roku ak. 1996/97 zostały np. wybrane i zatwierdzone następujące przedmioty obieralne:

Wybrane działy techniki cyfrowej w automatyce

Automatyzacja procesów ochrony środowiska

Elastyczne systemy produkcyjne

Sieci neuronowe

Systemy z bazą wiedzy

Sterowanie w rozmytym otoczeniu

Sterowniki predykcyjne

Podstawy skomputeryzowanej techniki pomiarowej

Sensoryka robotów

Zagadnienia ekonomiczno-prawne w prowadzeniu działalności gospodarczej

Sterowniki programowalne

Systemy transportowe i ich automatyzacja
Automatyzacja systemów elektroenergetycznych
Automatyzacja systemu energetycznego statku

Liczby studentów przypadające na każdy przedmiot z ww. listy były różne i zawierały się w przedziałach od 5 do 20.

3.4. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Krakowskiej (opracował dr hab. J. Gawlik, prof. P.K.)

Kierunek studiów został uruchomiony na wydziale Mechanicznym od r. ak. 1987/88. Na studiach dziennych prowadzone są dwie specjalności:

- automatyzacja procesów przemysłowych,
- roboty przemysłowe,

oraz specjalność automatyzacja procesów produkcyjnych na studiach zaocznych - magisterskich.

W tabeli 14 podano plan studiów ogólny, a w tablicy 15 plany studiów dla specjalności.

3.5. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Łódzkiej (opracował prof. E. Jezierski)

Kierunek Automatyka i Robotyka został uruchomiony na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki w roku akademickim 1989/90. Obecnie prowadzone są dwie specjalności, a mianowicie:

- automatyka (od roku 1989/90)
- automatyzacja procesów przemysłowych (od 1992/93).

System kształcenia ilustruje rysunek 1.

W tabeli 16 podano minimum programowe dla kierunku automatyka i robotyka.

W kolejnych tabelach podano plany studiów - ogólny (dla wszystkich kierunków - tabl. 17) oraz dla kierunku automatyka i robotyka (tabl. 18).

3.6. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Poznańskiej (opracował prof. A. Woźniak)

Kierunek studiów został uruchomiony na Wydziale Elektrycznym w r. ak. 1987/88 z jedną specjalnością robotyka, 20 studentów. Od roku ak. 1993/94 prowadzono specjalności:

- automatyka
- robotyka

i nabór wyniósł 50 osób.

W r. ak. 1997/98 przyjęto na te dwie specjalności 60 osób. Podział na specjalności następuje po IV semestrze.

W tabeli 19 zamieszczono plan studiów wspólny dla kierunku Automatyka i Robotyka, a w tabelach 20 i 21 dla specjalności Robotyka oraz Automatyka.

3.7. Kształcenie w zakresie robotyki w Politechnice Szczecińskiej

(opracował prof. J. Honczarenko)

W Politechnice Szczecińskiej studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka uruchomiono na Wydziale Elektrycznym w 1994/95 roku. Nabór na pierwszy rok wynosił przez ostatnie trzy lata 60 osób, a od r. ak. 1997/98 będzie wynosił 75 osób. Obecnie pierwszy rocznik studentów tego kierunku kończy właśnie trzeci rok studiów. Po trzecim roku studiów nastąpi podział na dwie specjalności:

- automatyka przemysłowa (prowadzona na Wydziale Elektrycznym) z trzema kierunkami dyplomowania:
 - programowalne systemy sterowania,
 - systemy kontrolno-pomiarowe,
 - automatyka napędu.
- automatyzacja procesów wytwórczych z dwoma kierunkami dyplomowania:
 - robotyzacja wytwarzania (prowadzony na Wydziale Mechanicznym),
 - automatyzacja procesów stoczniowych (prowadzony na Wydziale Techniki Morskiej).

Obecnie jest zbyt wcześnie, aby wyciągać jakiegokolwiek wnioski ogólniejszej natury. Można jednak stwierdzić, że:

- studia cieszą się dużym zainteresowaniem i dostają się na nie wyselekcjonowani, najlepsi kandydaci,
- studiujący mają silną motywację, gdyż odsiew na I i II roku studiów jest bardzo niewielki,
- młodzież reprezentuje bardzo wysoki poziom wiedzy.

Aktualnie zbliżają się ku końcowi prace nad dostosowywaniem planów i programów studiów na kierunku Automatyka i Robotyka do wymagań minimalnych określonych przez Radę Główną Szkolnictwa Wyższego. Proponowany program przedstawiono w tabeli 22.

3.8. O kształceniu w zakresie automatyki i robotyki w Politechnice Śląskiej

(Opracował prof. J. Wojnarowski)

W Politechnice Śląskiej kierunek Automatyka i Robotyka jest prowadzony na dwóch wydziałach:

- Automatyki, Elektroniki i Informatyki,
- Mechanicznym Technologicznym.

Na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki są prowadzone trzy specjalności:

- automatyka,
- robotyka,
- systemy pomiarowe.

W tabeli 23 podano plany studiów dla kierunku Automatyka i Robotyka, a dla specjalności automatyka, robotyka i systemy pomiarowe w tabeli 24.

Na Wydziale Mechanicznym Technologicznym na kierunku Automatyka i Robotyka prowadzonych jest osiem specjalności:

- projektowanie i automatyzacja maszyn i procesów technologicznych,
- automatyzacja i robotyzacja procesów przetwórstwa metali,
- automatyzacja i robotyzacja procesów odlewniczych,
- biomechanika i sprzęt medyczny,
- automatyzacja i robotyzacja procesów spawalniczych,
- projektowanie i eksploatacja maszyn,
- mechatronika robotów i maszyn,
- komputerowo zintegrowane systemy wytwarzania.

Ze względu na liczbę studentów nie wszystkie specjalności są realizowane w każdym roku akademickim. Student ma więc szeroki wybór, co jest dużą zaletą programu studiów.

3.9. Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka w Politechnice Warszawskiej

Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki prowadzone jest na pięciu wydziałach:

- Elektroniki i Technik Informacyjnych - automatyka i robotyka,
- Elektrycznym - robotyka,
- Inżynierii Produkcji - automatyzacja procesów przemysłowych, ESP,
- MEiL - robotyka,
- Mechatroniki - robotyka.

Kształcenie zostało uruchomione na większości wydziałów w r. ak. 1987/88.

3.9.1. Kształcenie na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych PW (opracował: prof. A. Gosiewski)

Na Wydziale EiTI PW w ramach makrokierunku (Elektronika, Telekomunikacja, Informatyka, Automatyka) nie jest prowadzona specjalność Robotyka. W ramach specjalności Automatyka prowadzone są obecnie dwa wykłady obowiązkowe dotyczące Robotyki:

1. Modelowanie i Podstawy Sterowania Robotów,
 2. Systemy Operacyjne Czasu Rzeczywistego,
- na które uczęszcza 20-30 studentów.

Wymienionym wyżej wykładom towarzyszą ćwiczenia laboratoryjne mające w zasadzie charakter samodzielnie wykonywanych zadań w grupach 2-osobowych. Jako przykładowe zadania można wymienić:

- Proste i odwrotne zagadnienie kinematyki dla robota IRp-6.
- Planowanie trajektorii i unikanie przeszkód dla robota IRp-6.
- Badanie wpływu dyskretyzacji i metod interpolacji na dokładność odtwarzania trajektorii dla robota IRp-6.

3.9.2. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Wydziale Elektrycznym PW (opracował: dr hab. inż. P. Pelczewski)

Kierunek studiów dziennych Automatyka i Robotyka ze specjalnością Robotyka został utworzony na podstawie uchwały Rady Wydziału z dnia 15.06.1990 r. w ramach istniejącego wówczas na Politechnice Warszawskiej Międzywydziałowego Studium Automatyki i Robotyki. Program studiów, który został przyjęty przez Radę Wydziału, uzyskał pozytywną ocenę Rady Programowej Międzywydziałowego Studium Automatyki i Robotyki i następnie został zatwierdzony przez Rektora Politechniki Warszawskiej. Przyjęty program studiów obejmuje sześć grup przedmiotów (tab. 25):

Program ten charakteryzuje się nowoczesną strukturą z dużą liczbą przedmiotów obieralnych, stanowiących ok. 11% łącznej liczby godzin. Nowoczesne przedmioty z dziedziny informatyki, automatyki i teorii sterowania, robotyki, elektroniki i technik mikroprocesorowych obejmują łącznie 1350 godzin.

Kształcenie studentów w zakresie badań laboratoryjnych i projektowania jest oparte o rozbudowaną bazę laboratoryjną Wydziału Elektrycznego. Utworzone nowe laboratorium sterowania robotów z robotem URP-6 i rozszerzone oprogramowanie do sterowania mikroprocesorowego pozwala na zapoznanie studentów z możliwościami sterowania i oprogramowania robota przemysłowego znacznie wykraczające poza standardowy zakres rutynowych programów.

Po zakończeniu studiów absolwent jest przygotowany do rozwiązywania złożonych interdyscyplinarnych problemów z dziedziny automatyzacji i robotyzacji.

Pierwsza rekrutacja na nowo utworzony kierunek odbyła się w roku ak. 1990/91 z ustalonym limitem przyjęć 25 osób. Ze względu na znaczne zainteresowanie kandydatów, w latach następnych zwiększono limit przyjęć do 50 osób.

Po zlikwidowaniu Międzywydziałowego Studium Automatyki i Robotyki Wydział Elektryczny przejął samodzielne prowadzenie kształcenia. Wykaz przedmiotów na kierunku Automatyka i Robotyka przedstawiono w tabeli 26.

Na podstawie zebranych doświadczeń należy pozytywnie ocenić zarówno stronę merytoryczną realizowanego programu studiów jak również poziom wykształcenia absolwentów.

3.9.3. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Wydziale Inżynierii Produkcji (opracowali: prof. M. Szafarczyk i dr inż. A. Rogowski)

Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka, na dwóch specjalnościach:

- automatyzacji procesów wytwórczych,
- sterowania FMS,

uruchomiono w latach 80-tych. Stopniowo zwiększano rekrutację (tab. 45).

Plan studiów na kierunku Automatyka i Robotyka (kurs 1994-1999) podano w tabeli 27 (przedmioty bazowe) oraz w tabeli 28 (przedmioty specjalnościowe).

Obecnie na kierunku AiR studiuje 209 osób.

3.9.4. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa PW (opracował: prof. A. Morecki)

Kształcenie na tym kierunku, na specjalności robotyka, rozpoczęto w roku akademickim 1987/88. Przez okres pierwszych lat rekrutacja odbywała się na ten kierunek od I semestru. Obecnie studenci wybierają ten kierunek po pierwszym roku (od III semestru).

Wybór przedmiotów obowiązkowych dla wszystkich studentów wydziału podano w tabeli 29, a w tabeli 30 wykaz przedmiotów obowiązkowych dla kierunku Automatyka i Robotyka.

Przykłady przedmiotów obieralnych podano w tabeli 31.

Przeciętna rekrutacja wynosi 20 - 25 osób rocznie. Dotąd przyjęto na tę specjalność 200 osób. Obecnie studiuje 111 osób.

Od roku akademickiego 1997/98 przewiduje się pewną modernizację dotąd prowadzonych ścieżek na specjalności robotyka. Poniżej podano krótki opis tej propozycji.

3.9.4.1. Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale MEiL

W zależności od zainteresowania studentów może być uruchomiona jedna z dwóch proponowanych ścieżek, a mianowicie:

1. Robotyka I, ukierunkowana na projektowanie robotów.
2. Robotyka II, ukierunkowana na roboty antropomorficzne.

Charakterystyka ścieżki Robotyka I

Celem tej ścieżki jest zapoznanie studentów z problemami mechaniki, sterowania, napędów, układów sensorycznych i inteligencji maszynowej, projektowania i zastosowań manipulatorów i robotów. Studia obejmują podstawy robotyki teoretycznej, ogólnej, maszyn lokomocyjnych, medycznej i rehabilitacyjnej, przemysłowej i pozaprzemysłowej (roboty wodne, w przestrzeni kosmicznej, usługowe).

W ramach tej ścieżki można wysłuchać również wiele przedmiotów jak np. Człowiek w układach sterowania, Napędy i sterowania ruchu RiM, Języki programowania robotów (tab. 33).

Charakterystyka ścieżki Robotyka II

Celem tej ścieżki jest zapoznanie studentów z problematyką dynamiki układów, komputerowego przetwarzania obrazów, podstaw biomechaniki i bioniki technicznej. Studia na wyższych semestrach są ukierunkowane na roboty kroczące i mobilne, sieci neuronowe, roboty androidalne. Z tego zakresu przewiduje się realizację prac przejściowych i pracy dyplomowej.

Zestawienie kredytów na ścieżce ukierunkowanej na projektowanie robotów przedstawiono w tabeli 32, a na ścieżce ukierunkowanej na roboty antropomorficzne w tabeli 33.

Możliwości zatrudnienia

Absolwenci tej specjalności znajdują zatrudnienie w zakładach przemysłu maszynowego, motoryzacyjnego, spożywczego, wydobywczego, okrętowego, w których

projektowane są i instalowane zautomatyzowane i zrobotyzowane linie produkcyjne, elastyczne systemy produkcyjne. Absolwenci znajdują również zatrudnienie w instytutach naukowo-badawczych oraz różnych firmach prywatnych.

3.9.5. Kształcenie w zakresie robotyki na Wydziale Mechatroniki PW

(opracował: dr inż. W. J. Kościelny)

Przygotowanie do podjęcia kształcenia w zakresie robotyki na Wydziale Mechatroniki (do 1996 r. - Wydziale Mechaniki Precyzyjnej), przede wszystkim w Instytucie Automatyki Przemysłowej (obecnie - Instytucie Automatyki i Robotyki), rozpoczęto w pierwszej połowie lat 70-tych. Tematykę robotyki wprowadzano stopniowo na specjalizacji Automatyka Przemysłowa.

W 1977 r. IAP zorganizował pierwsze w kraju kursowe zajęcia dydaktyczne z zakresu robotyki - dwusemestralne Studium Podyplomowe Sterowania Cyfrowego Maszyn i Robotów Przemysłowych (114 absolwentów), prowadzone do 1988 r., a w 1987 r. pierwsze krajowe spotkanie naukowe specjalistów robotyki - Seminarium Roboty Przemysłowe. W końcu lat 70-tych IAP współpracował w tej dziedzinie ze wszystkimi polskimi ośrodkami przygotowującymi ówczesnie produkcję manipulatorów i robotów przemysłowych: Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów, Instytutem Mechaniki Precyzyjnej, Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Podstaw Konstrukcji i Technologii Maszyn oraz Centralnym Biurem Konstrukcji Obrabiarek.

Osiągnięcia uzyskane w wyniku realizacji szeregu prac rozpoznawczych i badawczych, działalność dydaktyczna na studiach magisterskich i podyplomowych stanowiły solidną podstawę uruchomienia kształcenia na specjalności Robotyka na kierunku Automatyka i Robotyka. Kierunek studiów Automatyka i Robotyka jest prowadzony na Wydziale od r. ak. 1989/90, oprócz dotychczas prowadzonego kierunku Mechanika i Budowa Maszyn.

W ramach specjalności Robotyka są prowadzone kierunki dyplomowania:

- Napędy manipulatorów i robotów,
- Robotyzacja procesów przemysłowych,
- Chwyty i narzędzia robotów.

Ramowy plan studiów przedstawiają:

- tablica 34 - plan studiów wspólny dla wszystkich specjalności Wydziału,
- tablica 35 - rozkład przedmiotów specjalnościowych dla specjalności Robotyka.

Jest to aktualnie wdrażana „oszczędnościowa” wersja planu, opracowana za względu na konieczność radykalnego zmniejszenia kosztów kształcenia.

Oszczędności są osiągane przez zmniejszenie ogólnej liczby godzin w planie studiów, zmniejszenie liczby przedmiotów specjalnościowych i wariantowych, zwiększenie liczebności grup wykładowych, ćwiczeniowych, laboratoryjnych i projektowych, faktyczne zwiększenie pensum dydaktycznego nauczycieli (poprzez likwidację bądź zmniejszenie współczynników przeliczeniowych).

3.10. Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka Politechnice Wrocławskiej (opracowali: dr H. Chrostowski, prof. J. Koch)

3.10.1. Kształcenie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej

Wydział Mechaniczny należy do największych w Politechnice Wrocławskiej. Prowadzi kształcenie na trzech kierunkach studiów, na pięciu różnych poziomach nauczania: studium technicznym (college), inżynierskim, magisterskim, podyplomowym i doktoranckim (tabl. 36). Studia na Wydziale odbywają się we Wrocławiu i filiach Politechniki Wrocławskiej - Jeleniej Górze, Wałbrzychu i Legnicy w trybie studiów dziennych i zaocznych.

Program nauczania jest bardzo bogaty i urozmaicony, zależy od kierunku i rodzaju studiów, a w dużym stopniu - ze względu na wybieralność - od indywidualnych zainteresowań i możliwości studenta. W zależności od wyników w nauce, możliwości materialnych (czas studiów) student może w trakcie kształcenia zmienić kierunek i rodzaj studiów, np. z magisterskich dziennych na inżynierskie zaoczne lubienne (i odwrotnie). Elastyczność systemu kształcenia umożliwia zatem każdemu studentowi uzyskanie dyplomu adekwatnego do jego aktualnych możliwości.

Kierunek studiów Automatyka i Robotyka na Wydziale Mechanicznym został powołany decyzją Senatu Politechniki Wrocławskiej w 1990 r. Nieco dłuższą tradycję mają studia na tym kierunku na Wydziale Elektroniki, bo od 1987. Jest to zatem kierunek stosunkowo młody i nowy na naszej Uczelni i Wydziale, charakteryzuje go przygotowanie absolwentów do rozwiązania złożonych problemów interdyscyplinarnych.

Przy opracowywaniu założeń i planu tego kierunku uczestniczyli, w ramach powołanego przez MEN Zespołu Specjalistów, profesorowie Wydziału Zdzisław Samsonowicz i Jan Koch oraz prof. Jerzy Jaroń z Wydziału Elektroniki P.Wr.

W 1990 r. w ramach programu TEMPUS uzyskano JEP-1005 „Wspieranie utworzenia kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Mechanicznym P.Wr.”.

Aktualny program kształcenia oparty jest o grupę przedmiotów ogólnych (informatyka, matematyka, fizyka, języki obce) oraz bloki przedmiotów kierunkowych takich jak mechanika, podstawy konstrukcji, podstawy wytwarzania, przedmioty wytwarzania, przedmioty elektroniczno-cybernetyczne. Blisko 1/3 tych zajęć jest prowadzona wspólnie z kierunkiem Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektroniki (tabela 37).

Program ten był kilkakrotnie modyfikowany, ze względu na wymogi ogólnouczelniane i zdobyte doświadczenie. Siedem lat temu był to dość rewolucyjny plan, przewidywał bowiem zmniejszenie tygodniowego obciążenia studenta zajęciami zorganizowanymi z 30 do 25 godzin tygodniowo, ponadto umożliwiał on określoną wybieralność przedmiotów.

Odpowiednie ukierunkowanie absolwenta odbywa się poprzez przedmioty specjalizacyjne, dwie prace przejściowe, wycieczki dydaktyczne i praktyki przemysłowe, a przede wszystkim pracę dyplomową. Realizacja pracy dyplomowej - magisterskiej odbywa się na jednym z wybranych przez studenta kierunków dyplomowania.

Ofertę aktualnie możliwych kierunków dyplomowania na Automatyce i Robotyce na Wydziale Mechanicznym wraz z ich programami przedstawiono w tabelach 38 i 39.

3.10.2. Kształcenie na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej

(Opracował prof. K. Tchoń)

Kształcenie rozpoczęło w r. ak. 1987/88. Twórcami kierunku byli prof. J. Jaroń, prof. Z. Banaszak, W. Jacak i K. Tchoń.

Kształcenie jest prowadzone na specjalnościach:

- automatyka przemysłowa,
- robotyka (Instytut Cybernetyki Technicznej),
- automatyzacja procesów przemysłowych (Instytut Stwarzania i Techniki Systemów).

W tabeli 40 podano plan studiów ogólnych, a w tabeli 41 - plan studiów na specjalności Robotyka.

3.11. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Koszalińskiej

Kierunek Automatyka i Robotyka jest prowadzony przez Politechnikę Koszalińską (Katedra Systemów Sterowania) od 1995 roku. W roku akademickim 1995/96 przyjęto 40 studentów, w roku 1996/97 - 35 i w roku akademickim 1997/98 - 40.

Na kierunku Mechanika i Budowa maszyn od 1994 roku prowadzona jest specjalność Automatyka i Robotyka, na którą przyjmowanych jest na poszczególne lata około 5 osób. Specjalność ukończyło 10 osób.

Na kierunku Elektronika i Telekomunikacja od 1991 roku prowadzona jest specjalność Komputerowe Układy Automatyki, na którą przyjmowanych jest każdego roku 10-15 osób.

W tabeli 42 przedstawiono plan studiów na kierunku Automatyka i Robotyka dla specjalności Komputerowe Systemy Automatyki.

4. Stan kadry nauczycielskiej

W tabeli 43 podano, na podstawie uzyskanych informacji, aktualny stan kadry zaangażowanej w proces kształcenia na kierunku.

Na podstawie danych uzyskanych z 20 wydziałów 11 uczelni krajowych można oszacować, że łącznie uczestniczy w procesie kształcenia 487 nauczycieli akademickich, w tym 80 profesorów, 76 profesorów nadzwyczajnych, 44 doktorów habilitowanych, 147 doktorów oraz 86 asystentów i wykładowców.

5. Absolwenci

Podamy informację o liczbie absolwentów kierunku Automatyka i Robotyka w rozbiciu na poszczególne uczelnie.

Na Wydziale IMiR AGH liczba absolwentów specjalności robotyka w 1997 r. przekroczyła 200 osób. Kierunek AiR otwarto 1.10.1988 roku - przyjęto wówczas 30 studentów. W kolejnych latach przyjmowano: 1989/90 - 60, 1993/94 - 90 i 1997/98 - 120. Średnia sprawność nauczania wynosi około 70%. Na studiach zaocznych płatnych

nabór studentów na kierunek Automatyka i Robotyka rozpoczęto w 1995 roku, przyjmując 50 osób. Na specjalność Informatyka w sterowaniu i zarządzaniu liczba przyjętych w 1997 roku wynosi 50 osób. Obecnie na tej specjalności na wszystkich latach studiów począwszy od roku II studiuje 120 osób, a na samym kierunku ponad 400 osób.

Na Politechnice Białostockiej specjalność robotyka ukończyło 58 osób, a specjalność automatyzacja i robotyzacja procesów przemysłowych - 38 osób (w tym 11 na studiach inżynierskich). Obecnie studiuje na I roku - 110 osób, II - 57, IV - 28 i V - 36 osób. W r. ak. 1997/98 zamierza się przyjąć na I rok 150 osób.

Na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej kierunek automatyka i robotyka ukończyło 10 osób, a liczba aktualnie studiujących wynosi 182 osoby. Limit na najbliższy rok akademicki ustalono na 60 osób. Na specjalności Komputerowe Systemy Automatyki studiuje na roku IV - 13 osób, V - 16 osób; na specjalności Komputerowe Systemy Pomiarowe odpowiednio 10 i 8 osób, a zaś na specjalności Automatyka i Robotyka na roku IV 13 osób. Na latach I, II, III studiuje odpowiednio 42, 48 i 32 osoby.

Na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej do końca maja 1997 roku dyplomy magistra i doktora uzyskało 66 osób. Pierwsi absolwenci kierunku automatyka i robotyka opuścili wydział w 1994 r.

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w latach 1992 - 1997 studia ukończyły 123 osoby (1992 - 6, 1993 - 13, 1994 - 12, 1995 - 27, 1996 - 34, 1997 - 31). W r. ak. 1997/98 na roku V-tym kształci się 42 studentów, a na wszystkich latach studiów około 170 studentów.

Na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej studia ukończyło łącznie 55 osób (1994 - 14, 1995 - 12, 1996 - 15, 1997 - 14). Rekrutacja w 1997/98 wynosi 60 osób.

Na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej wydano łącznie około 300 dyplomów magistra inżyniera na kierunku Automatyki i Robotyki.

Na Wydziale Elektrycznym Politechniki Szczecińskiej kierunek został uruchomiony w r. ak. 1994/95. Rekrutacja przez ostatnie 3 lata wyniosła 60 osób, a od r. ak. 1997/98 - 75 osób. Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej specjalność automatyzacja procesów przemysłowych jest prowadzona na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn. Liczebność grup studenckich wynosi 120 osób. Absolwenci tej specjalności (z Politechniki Szczecińskiej i Zielonogórskiej) - 37 osób (tabela 44). Można odnieść wrażenie, iż obecnie najważniejsze wymagania stawiane przez pracodawców to:

- młody wiek (wymaganie w sposób naturalny spełniane przez absolwentów),
- umiejętność pracy z komputerem i wykorzystania profesjonalnego inżynierskiego opracowania,
- znajomość języków obcych.

Niestety dopiero na dalszym miejscu pracodawcy widzą potrzebę posiadania specjalistycznej wiedzy.

Na Politechnice Śląskiej od r. ak. 1989/90 wypuszczono 406 absolwentów na specjalności robotyka. Na Wydziale Mechanicznym Technologicznym dyplom uzyskało 161 osób, a na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki - 245 osób. Obecnie na kierunku Automatyka i Robotyka na I roku na Wydziale MT studiuje 188 osób, a na Wydziale AEiI - 176 osób.

Studenci specjalności Automatyka kończą swą edukację wykonaniem prac dyplomowych. Przykładowo, w r. ak. 1996/97 zostały łącznie obronione 3 prace dyplomowe z zakresu robotyki. Przykładowe tematy prac dyplomowych są następujące:

- Sterowanie czasooptymalne PTP (Point To Point).
- Projektowanie analogowych i cyfrowych regulatorów położenia ramion robota.
- Sterowanie robota IRp-6 z wykorzystaniem systemu wizyjnego.
- Automatyczna generacja modeli kinematycznych robotów.
- Wykorzystanie czujników zbliżeniowych w sterowaniu robotów.
- Wykorzystanie grafiki trójwymiarowej do stymulacji ruchu robota.
- Inteligentne sterowanie robota na przykładzie gry w warcaby.
- Wykorzystanie elementów trójwymiarowej wizji w systemie chwytania obiektów z taśmociągu.

Na Wydziale Elektrycznym PW pierwsza rekrutacja na specjalności robotyka odbyła się w r. ak. 1990/91 - limit 25 osób. W następnych latach limit zwiększono do 50 osób (1991/92 - 49, 1992/93 - 52, 1993/94 - 53, 1994/95 - 45, 1995/96 - 51, 1996/97 - 46). Do roku 1996/97 dyplom uzyskało 60 osób. Na Wydziale Mechatroniki liczba absolwentów specjalności robotyka wynosi łącznie 37 osób. W 1993 - 5, 1994 - 11, 1995 - 7 i 1996 - 14. Obecnie na roku III studiuje 12 osób, na IV-tym - 16 i na V-tym - 25.

Na Wydziale Inżynierii Produkcji PW w latach 1993 - 1996 dyplom uzyskało 27 osób rekrutację w poszczególnych latach podano w tabeli 45.

Na Wydziale MEiI PW w latach 1987/88 do 1996/97 studiowało i studiuje około 200 osób. Dotąd ukończyły do 44 osoby

Na Wydziale Mechatroniki PW dotąd ukończyło kierunek Automatyki i Robotyki 184 osoby, a specjalność robotyka - 112 osób.

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej od chwili uruchomienia kierunku w 1990 r. przyjmowano 40 osób, w 1991 - 40, a w latach 1992 - 96 po około 100 osób rocznie. Pierwsi absolwenci (170 osób) pojawili się w 1995 r. (kierunek dyplomowania: Systemy Produkcyjne). W 1996 r. studia ukończyło 20 osób (Systemy Produkcyjne), a 8 osób kierunek dyplomowania AM i PR.

Na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej na kierunku Automatyki i Robotyki, na specjalnościach: robotyka, APP i ESP studiowało w latach 1987 - 1996 prawie 1800 studentów (rys. 2). Na specjalności robotyka studiowało i studiuje 125 osób (rys. 3).

Sumując, można stwierdzić, że od roku akademickiego 1991/92 studia w zakresie robotyki ukończyło 1554 osoby. W okresie od roku akademickiego 1986/87 studiowało i studiuje około 2530. W roku akademickim 1997/98 przyjęto około 740 osób.

6. Baza laboratoryjna

Istotną rolę w procesie kształcenia odgrywają zajęcia laboratoryjne.

Podamy krótki przegląd laboratoriów i stanowisk zrobotyzowanych lub zautomatyzowanych zbudowanych na uczelniach prowadzących ten kierunek.

Na większości wydziałów prowadzone są laboratoria włączone do procesu kształcenia na kierunku Automatyka i Robotyka.

Na Wydziale IMiR AGH prowadzonych jest 11 laboratoriów, m.in. robotyki i dynamiki maszyn, w którym znajduje się 5 robotów (ADEPT ONE, SCARA, IRb-6, RIMP 401 oraz 2 mini roboty MENTUR, NASAD, modeli ELP), laboratorium drgań, identyfikacji, diagnostyki, napędu hydraulicznego, elektrycznego i inne.

Na wydziale EAiE AGH wyposażenie laboratorium stanowią roboty przemysłowe IRp-6, APR-20 i PR-02 oraz robot doświadczalny ROB-3. Wykorzystywane są komputery sterujące: magistrala VNE i wieloprocesorowy d'Space, a także komputery (server) SUN INTERPRISE, 4 X SUN Ultra 1, IBM RISC 6000.

W laboratorium robotyki na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej znajdują się 2 roboty edukacyjne Robix, 2 roboty L1 i L2 oraz 2 roboty mobilne Roboter II i Hero ET198A. W laboratorium mechatroniki znajduje się uniwersalne stanowiska do badania napędów mechatronicznych.

Na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej znajduje się 6 laboratoriów z zakresu sterowania, oprogramowania, mikrokontrolerów i sensoryki robotów. W laboratorium robotyki znajdują się 2 roboty. Na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej są prowadzone laboratoria: podstaw automatyki i podstaw robotyki. W tym ostatnim laboratorium znajdują się 2 roboty przemysłowo-edukacyjne L2. Prowadzone jest 15 różnych ćwiczeń z zakresu budowy, programowania, symulacji, kalibracji, przetwarzania obrazów. Ponadto prowadzone są laboratoria sterowania, sterowników, urządzeń automatyki i robotyki.

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej w trzech laboratoriach (Podstaw Automatyki, Sterowania Komputerowego, Automatyki Przemysłowej) znajdują się między innymi trzy roboty (IRb-6, RIMP oraz własna konstrukcja), 20 komputerów oraz softwer Taylor II.

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej prowadzone są różne laboratoria z zakresu robotyki, obejmujące między innymi:

- skomputeryzowane stanowiska do badania procesów dynamicznych zamkniętych układów napędu i sterowania przemieszczeń po żądanych trajektoriach (układy pomiarów obrabiarek, układy wykonawcze robotów przemysłowych),
- elastyczne systemy produkcyjne - stanowisko dydaktyczno-badawcze, wyposażone w nowoczesne sterowniki firm Siemens General Electric-Fanuc, połączone lokalną siecią komputerową,
- mini system obróbczy firmy EMCO do nauki programowania obrabiarek sterowanych numerycznie robotów przemysłowych,
- uniwersalne stanowiska do badań dynamiki elementów hydrauliki.

Na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej prowadzone są laboratoria z zakresu elektrycznych podzespołów robotów, przemysłowych systemów

pomiarowych, układów automatyki, identyfikacji. Do ćwiczeń wykorzystywane są 2 roboty IRb-6.

Na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej prowadzone jest laboratorium robotyki. Na wyposażenie laboratorium składają się:

- roboty mobilne,
- roboty przemysłowe,
- układy pomiarowe.

Do grupy robotów mobilnych należy robot TRC LABMATE i platforma mobilna własnej produkcji. W grupie robotów przemysłowych występują: robot Zebra ZERO, gniazdo ESP z robotem IRp-6, robot przemysłowy IRb-60, robot L2, PR-02, 3 roboty dydaktyczne ROMIK, robot dydaktyczny SECURIA, MIKROROBOT. Do grupy układów pomiarowych należą zestawy czujników, skanery, głowice stereo wizyjne, układy sensoryczne, systemy wizyjne, sprzęt obliczeniowy.

W Politechnice Szczecińskiej na Wydziale Elektrycznym i Mechanicznym specjalistyczne zajęcia praktyczne są realizowane w następujących laboratoriach naukowo-dydaktycznych:

- Instytutu Automatyki Przemysłowej
 - automatyzacji procesów ciągłych,
 - czujników i przetworników pomiarowych,
 - elementów automatyki,
 - energoelektroniki i automatyki napędu,
 - komputerowego projektowania i symulacji układów automatyki,
 - miernictwa dynamicznego,
 - mikroprocesorowych systemów sterowania,
 - modelowania i symulacji,
 - podstaw automatyki i robotyki,
 - regulatorów analogowych,
 - sterowników swobodnie programowalnych,
 - techniki mikroprocesorowej,
 - zaawansowanych mikrokontrolerów,
- Instytutu Technologii Mechanicznej
 - obrabiarek i maszyn technologicznych,
 - sterowania obrabiarek i maszyn technologicznych,
 - programowania obrabiarek sterowanych numerycznie,
 - programowania robotów przemysłowych,
 - elastycznych systemów wytwarzania

oraz w laboratoriach podstawowych fizyki, elektrotechniki, elektroniki i techniki cyfrowej i pracowniach komputerowych włączonych do Uczelnianej Sieci Komputerowej (z dostępem do Internetu).

Znajdują się również 2 zrobotyzowane systemy obróbkowe, 3 tokarki obsługiwane przez robot bramowy AM-80.

Na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki znajdują się 2 roboty przemysłowe IRb-6, robot przemysłowo-edukacyjny L1, RIMP-401, PR-02, RoBko.

Na Wydziale MT znajdują się 3 roboty IRb-6, 6 obrabiarek sterowanych numerycznie i różne stacje robocze.

W Politechnice Warszawskiej na wydziałach prowadzących kierunek automatyka i robotyka znajdują się różne roboty przemysłowe. Na Wydziale Elektroniki w laboratorium robotyki (nb. traktowanego jako laboratorium środowiskowe) znajdują się:

- 2 roboty przemysłowe IRp-6, z których jeden umieszczony jest na wózku spełniającym rolę szóstego stopnia swobody,
- taśmociąg,
- system wizyjny składający się z 2 kamer CCD oraz specjalizowanej karty przetwarzania sygnału wizji,
- stanowisko eksperymentalne do badania silnika prądu stałego, sprzęgnięte z komputerem PC za pomocą szybkiego, równoległego interfejsu własnej konstrukcji,
- sieć komputerów klasy IBM PC pracujących pod kontrolą systemu operacyjnego czasu rzeczywistego QNX, z których 2 połączone są za pomocą szybkiego interfejsu ze sterownikami przemysłowymi robotów IRp-6,
- czujnik kartezjański siły Schunk FT65/5 o sześciu stopniach swobody, czujnik zbliżeniowy ultradźwiękowy, czujnik dotykowy,
- Wielorobotowy Sterownik Badawczy (MMROC - Multi Robot Research Oriented Software Controller).

Na Wydziale Inżynierii Produkcji (Instytut Technologii Maszyn) znajduje się edukacyjny elastyczny system obróbkowy EMCR, obsługiwany przez robota 71 MOVE-MASTER-EX (Mitsubishi). Programowanie off-line jest realizowane w laboratorium komputerowym Instytutu T.M.. Zajęcia z P.A. odbywają się w oddzielnym laboratorium.

Na Wydziale Elektrycznym, w laboratorium sterowania robotów, kształcenie oparte jest na robocie URP6 i oprogramowaniu mikroprocesorowym.

Na Wydziale MEiL w laboratorium robotyki znajdują się roboty typu PUMA (2 sztuki), robot IRp-6, robot RIMP-402 oraz kilka manipulatorów typu NM-10. Ponadto do prac dyplomowych wykorzystuje się roboty mobilne Pionier oraz mili maszyny kroczącej Hermes.

Na Wydziale Mechatroniki laboratorium robotyki posiada roboty IRb-6, IRb-60, robot hydrauliczny FIBRO MANTA, AIDA, RIMP 401, RIMP 402, PR-02, roboty edukacyjne ROMIK (2 sztuki) oraz robot przemysłowo-edukacyjny L1.

Na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej znajduje się laboratorium - Centrum Systemów Produkcyjnych. Ważniejsza aparatura w Centrum jest następująca:

- centrum tokarskie V-200-INDEX,
- centrum frezarskie CXM32,
- urządzenie do ustawiania i pomiaru narzędzi - KOMEK,
- maszyna pomiarowa - ZEISS,
- elastyczny system transportowy - BOSCH,
- robot montażowy - SCARA-BOSCH,
- dydaktyczny system wytwórczy - EMCO,
- robot IRb-6-ZAP,
- sterowniki logiczne KLOCKNER-MULLER-BOSCH,

- oprogramowanie dla DFMA i DFA,
- komputery PC/486/586 plus odpowiednie profesjonalne oprogramowanie do wyżej wymienionych urządzeń,
- stacje HP-712 z oprogramowaniem CAQ.

Na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej znajdują się trzy laboratoria:

- robotyki,
- robotów inteligentnych,
- robotów mobilnych.

W laboratorium robotyki zainstalowane są 2 roboty IRb/p-6, PR-02, symulatory robotów i układów zrobotyzowanych, nowe sterowniki, układ stereowizji. Sieć komputerów pracujących pod systemem UNIX posiada oprogramowania do prac w zakresie sztucznej inteligencji. W laboratorium robotów mobilnych planuje się zainstalowanie robotów ULISSES i ROBUTE oraz mikrorobotów Khepera i Cyclope z układami sensorycznymi.

Na wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej są trzy laboratoria: Podstaw Automatyki, Sterowania Komputerowego, Automatyki Przemysłowej. W wyposażeniu tych laboratorium są między innymi: 3 roboty (IRb-6, RIMP i 1 konstrukcja własna), 20 komputerów, softwer Taylor II.

Ten krótki przegląd pokazuje, że większość uczelni dysponuje obecnie laboratoriami robotyki, w których pracuje łącznie 67 robotów przemysłowych, dydaktycznych, mobilnych i mikrorobotów. Niestety, są to w większości, poza nielicznymi wyjątkami, roboty starszych generacji.

Ze względu na wysokie koszty współczesnej jednostki rzędu 100 000 zł (ABB - 6 kg) w najbliższym czasie nie należy oczekiwać zasadniczych zmian w wyposażeniu laboratoriów.

Należy podkreślić, że w wielu laboratoriach znajdują się już obecnie współczesne stacje pracujące w sieci, co umożliwia różne prace z zakresu modelowania, symulacji oraz sterowania.

7. Minimalne wymagania programowe dla kierunku Automatyka i Robotyka

W tym punkcie podajemy minimalne wymagania programowe dla kierunku Automatyka i Robotyka, uchwalone przez Radę Główną Szkolnictwa Wyższego (Uchwała nr 268/96) - przygotował prof. J. Wojnarowski.

Na podstawie art. 42 ust. 1 pkt. 1 Ustawy z dnia 12 września 1990 roku o szkolnictwie Wyższym Rada Główna uchwaliła minimalne wymagania programowe dla studiów magisterskich, w tym kierunku Automatyka i Robotyka. Minima te zostały zatwierdzone przez Ministra Edukacji Narodowej. Minimalne wymagania programowe dla kierunku AiR obejmują:

- wymagania ogólne,
- grupy przedmiotów i obciążenia godzinowe,
- zalecenia,
- treści przedmiotów technicznych.

7.1. Wymagania ogólne

Kierunek Automatyka i Robotyka prowadzony jest zarówno na wydziałach mechanicznych jak i na wydziałach elektrycznych, elektroniki, mechatroniki oraz informatyki w uczelniach technicznych. W czasie studiów uzyskuje się wiedzę potrzebną do twórczego działania w zakresie analizy metod projektowania i konstrukcji układów automatyki, sterowania mikroprocesorowego urządzeń przemysłowych oraz sterowania i oprogramowanie robotów i zautomatyzowanych centrów obróbkowych.

Przyjmuje się, że łączna liczba godzin zajęć w czasie studiów magisterskich wynosi orientacyjnie 3800 godzin, w tym około 400 godzin na wykonanie pracy magisterskiej. Minimum programowe obejmuje łącznie 1790 godzin.

7.2. Grupy przedmiotów i obciążenia godzinowe

A. Przedmioty nietechniczne	450 godzin
Język obcy kongresowy	180 godzin
Ekonomika, rachunkowość	90 godzin
Przedmioty rozszerzające horyzonty intelektualne	90 godzin
Wychowanie fizyczne	90 godzin
B. Przedmioty podstawowe	800 godzin
Matematyka	320 godzin
Fizyka	180 godzin
Informatyka	180 godzin
Podstawy teorii sygnałów, systemów i sterowania	120 godzin
C. Przedmioty techniczne	540 godzin
Mechanika	60 godzin
Elektronika i elektrotechnika	120 godzin
Teoria sterowania i regulacja automatyczna	240 godzin
Podstawy robotyki	120 godzin

Warto zauważyć, że w minimach programowych dla kierunku Automatyka i Robotyka pominięto tak ważny przedmiot jak Mechanika płynów.

7.3. Zalecenia programowe

1. W grupie B i C zajęcia indywidualne (projekty, laboratoria, ćwiczenia itp.) powinny stanowić łącznie około 40% zajęć.
2. Program studiów powinien przewidywać od 8 do 12 tygodni praktyki, w tym praktykę kierunkową i dyplomową.
3. Przy ustalaniu szczegółowego planu i programu studiów należy mieć na uwadze kryteria akredytacji kierunku w FEANI (przedmioty nietechniczne około 10%, przedmioty podstawowe około 35% i przedmioty techniczne około 55%).

7.4. Treści przedmiotów technicznych kierunku Automatyka i Robotyka

☐ Mechanika

Podstawy mechaniki analitycznej, modele i elementy układów mechanicznych, elementy mechaniki precyzyjnej.

☐ Elektronika i elektrotechnika

Podstawy miernictwa, teoria obwodów, cyfrowe układy elektroniczne, technika mikroprocesorowa, napędy elektryczne.

☐ Teoria sterowania i regulacja automatyczna

Modele układów dynamicznych, analiza układów dynamicznych, kryteria stabilności, sterowność i obserwowalność układów dynamicznych, stabilność i sterowanie stabilizujące, projektowanie serwomechanizmów, projektowanie układów regulacji, podstawy sterowania optymalnego.

☐ Podstawy robotyki

Roboty i manipulatory; opis i budowa, kinematyka manipulatorów, modele dynamiki, napędy manipulatorów. Podstawy sterowania i programowania robotów. Przykładowe zastosowania robotów.

7.5. Propozycje minimów programowych technicznych studiów zawodowych

Od 1991 roku na wyższych uczelniach technicznych zaczyna się różnicować jednolity magisterski system edukacji.

W szkołach wyższych o profilu zawodowym wprowadzone programy realizowane są równolegle: 3-letnie studia zawodowe, prowadzące do tytułu zawodowego licencjata i 3- lub 4-letnie studia zawodowe, dające tytuł inżyniera. W przygotowanym projekcie ustawy o wyższych szkołach zawodowych przewidziano okres tych studiów nie mniejszy niż sześćosemestralny, włączając w to jednosemestralną praktykę, przy liczbie godzin zajęć dydaktycznych nie mniejszej niż 2600. Absolwentem zostaje inżynier przygotowany do zawodu o określonej specjalności.

Te formy studiów zawodowych stają się coraz powszechniejszą formą uzyskiwania dyplomów o relatywnie krótszym czasie i przy niższych kosztach, stanowiąc już ponad 32% wszystkich studiujących. ten rozwój wymaga oceny treści programowych, minimów programowych i czasu trwania studiów, również w relacji do zachodnich krajów europejskich.

W tabeli 46 przedstawiono strukturę edukacji w relacji do wieku, w Polsce. Transformacja od studiów 5-letnich (magisterskich) do trzy/czteroletnich (inżynierskich), a następnie dwuletnich, wymaga analizy treści przedmiotów obecnie realizowanych i przygotowanie takich planów studiów, które umożliwiłyby realizację dwóch trybów studiowania:

- na studiach magisterskich (10 semestrów),
 - na studiach inżynierskich (np. 8 semestrów, w tym jeden semestr praktyki),
- przy pełnej harmonizacji treści przedmiotów. W takim podejściu niezwykle ważne staje się usytuowanie na poszczególnych semestrach (wspólnych i niezależnych) przedmiotów podstawowych ogólnych i kierunkowych oraz zawodowych.

Ponadto studia dwustopniowe winny umożliwić korzystanie z zasady obieralności przedmiotów spoza obowiązkowych dla danej specjalności, a rozumianych jako przedmioty profilowe w kształtowaniu specjalności absolwenta.

daleko prostszą realizacją studiów zawodowych jest system niezależny. Oddzielnie: pięcioletni - magisterski i czteroletni - inżynierski zawodowy. W takim systemie kształcenia inżynier o określonej specjalności mógłby podjąć pracę w różnego rodzaju zakładach produkcyjnych. Byłoby to możliwe dzięki opanowaniu umiejętności stosowania sprawdzonych metod obliczeniowych i mechanizmów ekonomicznych. Absolwent taki byłby zdolny do oceny potrzeb rynku i do wdrażania nowych technologii, a także do szybkiej adaptacji w przypadku zmieniającego się profilu produkcji.

Zgodnie z zaleceniami Rady Głównej:

1. Programy studiów inżynierskich powinny stanowić samoistną propozycję edukacyjną, uwzględniającą pełne przygotowanie absolwenta do wykonywania zawodu inżyniera,
2. Studia inżynierskie nie są skróconą wersją studiów magisterskich, lecz stanowią pełny cykl kształcenia,
3. Program studiów inżynierskich powinien obejmować określony wymiar praktyki zawodowej,
4. Studia inżynierskie powinny kończyć się sprawdzianem wiedzy zawodowej w formie obrony pracy dyplomowej oraz egzaminu dyplomowego.

Propozycje minimum programowego dla inżynierskich studiów zawodowych z automatyki i robotyki przedstawiono w tabeli 47.

Propozycja minimum i specyfikacja przedmiotów nietechnicznych, podstawowych, kierunkowych i specjalistycznych (zawodowych) zostaną ustalone przez Zespoły Komisji Ekspertów MEN i przekazane do Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego. Należy podkreślić, że wyższe studia zawodowe (licencjackie i inżynierskie) winny:

- zmniejszyć przedwczesną eliminację i urealnić sukces studentów na właściwym, uzależnionym od własnych możliwości, etapie kształcenia,
- zwiększyć ilościowy i jakościowy poziom wykształcenia w Polsce,
- dostosować struktury kształcenia do potrzeb rozwoju gospodarczego naszego kraju.

Specyfika kierunku Automatyka i Robotyka oraz różnorodność wydziałów, na których ten kierunek jest prowadzony, wpływa na to, że minimum programowe w zakresie przedmiotów technicznych nie może być zbyt obszerne i może wykazywać różne warianty.

7.6. Uwagi końcowe

Kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka wymaga pilnego unowocześnienia bazy laboratoryjnej, zarówno w zakresie robotów jak i układów sterowania, ponieważ rozwój układów mechatronicznych staje się nowym wyzwaniem w projektowaniu współczesnych zespołów maszynowych. Dlatego siatki godzin winny ulegać odpowiednim zmianom tak, aby przystosować je do zróżnicowanego systemu „okablowanego świata”, w którym następuje eliminacja geografii jako czynnika

ograniczającego i w którym powstają wręcz niebywałe możliwości dostępu, niemal dla każdego, poprzez sieć Internetu, do nieoczekiwanych obszarów wiedzy.

Uruchomienie studiów inżynierskich zwiększy elastyczność i ruchliwość zawodową, a także przyczyni się do podniesienia wskaźnika scholaryzacji, który dla wszystkich rodzajów studiów w roku akademickim 1995/96 wynosił 22.3% (brutto) i 17.2% (netto), przy liczbie studentów 794.6 tys. (bez cudzoziemców). Liczba absolwentów osiągnęła w roku akademickim 1995/96 - 89 tysięcy.

Tendencja, aby w roku 2005 osiągnąć wskaźnik scholaryzacji 30% jest przyczyną preferowania krótszych, np. 3.5-letnich wyższych szkół zawodowych, przy zachowaniu studiów magisterskich.

8. Osiągnięcia i dalsze perspektywy

Przegląd dokonany na podstawie seminarium „Dydaktyka w robotyce” oraz materiałów uzyskanych z 11 uczelni technicznych i 20 wydziałów, prowadzących kształcenie na kierunku automatyka i robotyka, wskazuje na ugruntowaną pozycję tego kierunku na podstawowych uczelniach akademickich w kraju.

Przez ostatnie 10 lat opracowano plany studiów ogólnych i specjalności, które są stale modyfikowane i dostosowywane do aktualnych potrzeb i zainteresowań studentów; zbudowano wiele nowych laboratoriów, wydano różne podręczniki i skrypty.

Kierunek cieszy się nadal dużą popularnością wśród studentów, o czym świadczą kolejne wyniki rekrutacji.

Absolwenci kierunku są dobrze przygotowani zarówno do pracy badawczej jak i inżynierskiej w przemyśle państwowym i prywatnym. Wielu absolwentów pozostaje na uczelniach, zarówno na studiach doktoranckich oraz jako pracownicy naukowo-dydaktyczni. Wielu pracuje w Instytutach PAN-owskich lub przemysłowych (np. w PIAP-ie).

Stale zwiększa się liczba robotów, stanowisk zrobotyzowanych, szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym, co stwarza nowe możliwości dla absolwentów tego kierunku.

Wkraczając w kolejne dziesięciolecie funkcjonowania kierunku można, biorąc pod uwagę doświadczenia pierwszych 10 lat, pokusić się o sformułowanie kilku propozycji, a mianowicie:

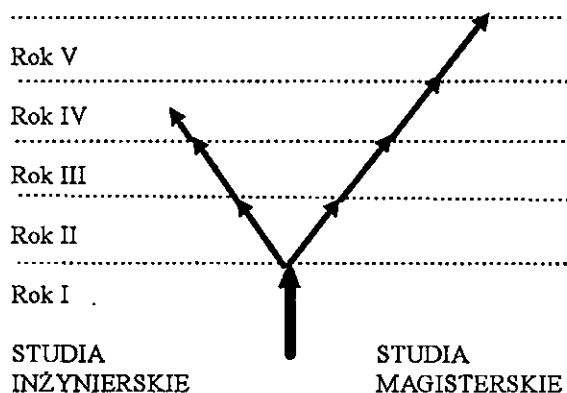
- należy stale udoskonalać i wzbogacać treść wykładanych przedmiotów uwzględniając szybki postęp w dziedzinie napędów i sterowania, sensoryki, inteligencji maszynowej,
- należy uwzględnić w planach studiów szybko rozwijające się dyscypliny jak mechatronika, sztuczne sieci neuronowe,
- należy unowocześnić bazę laboratoryjną przez wprowadzenie nowych generacji robotów (ABB, Stöbli, równoległych itp.),
- należy opracować nowe podręczniki i monografię z zakresu mechaniki, sterowania, sensoryki, projektowania i zastosowania robotów i manipulatorów,
- rozwinąć studia podyplomowe i doktoranckie,
- organizować okresowe spotkania wykładowców prowadzących zajęcia na kierunku automatyka i robotyka w celu wymiany doświadczeń.

9. Piśmiennictwo

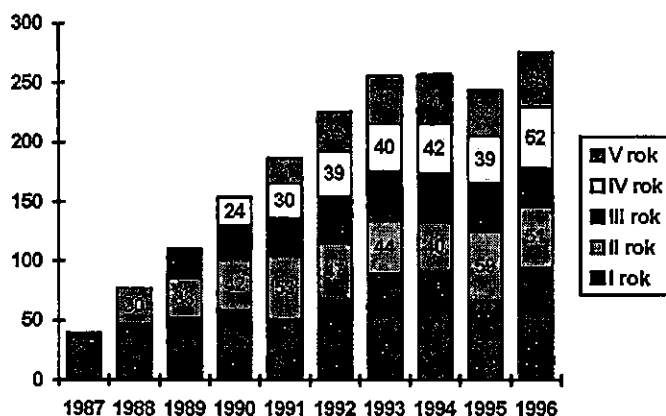
Poniższe zestawienie obejmuje spis wybranych polskich pozycji książkowych i skryptowych, przeznaczonych głównie dla kierunku Automatyka i Robotyka.

1. Banaszak Zb., Jampolski L.: ESP, komputerowo wspomagane modelowanie ESP. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991 (247 stron).
2. Barczyk J.: Laboratorium podstaw robotyki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1994 (116 stron).
3. Barczyk J., Igielski J., Łunarski J.: Układy podawania w systemach automatycznego montażu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996 (226 stron).
4. Craig J.J.: Wprowadzenie do robotyki. Mechanika i sterowanie. (tłum. J.Knapczyk) Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993 (wyd.I), 1995 (wyd.II) (216 stron).
5. Górecki R., Woźniacki N.: Robotyka i roboty przemysłowe. Wydawnictwa AGH, Kraków 1996 (100 stron).
6. Honczarenko J., Wojsznis J.: Programowanie robotów przemysłowych. Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1992 (206 stron).
7. Honczarenko J.: Wprowadzenie do robotyki. Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1994 (84 stron).
8. Honczarenko J.: Elementy i zastosowanie robotów przemysłowych. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze, Zielona Góra 1995 (236 stron).
9. Honczarenko J.: Roboty przemysłowe. Elementy i zastosowanie. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996 (216 stron).
10. Jacak W., Tchoń K.: Podstawy robotyki. Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1992 (188 stron).
11. Kaczmarczyk A.: Roboty przemysłowe lat osiemdziesiątych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984
12. Knapczyk J., Lebediew P.A.: Teoria mechanizmów przestrzennych i manipulatorów. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1990 (280 stron).
13. Kozłowski K., Dutkiewicz P.: Modelowanie i identyfikacja w robotyce. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996 (193 stron).
14. Morecki A.: Manipulatory bioniczne. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1976 (367 stron)
15. Morecki A., Ekiel J., Fidelus K.: Cybernetyczne systemy ruchu kończyn zwierząt i robotów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1979 (242 stron)
16. Niederliński A.: Roboty przemysłowe. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1991 (222 stron).
17. Piegat A.: Wprowadzenie do automatyki. Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1994 (68 stron).
18. Siemieniak F., Gawrysiak M.: Automatyka i robotyka. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1996 (190 stron).
19. Szenajch W.: Pneumatyczne i hydrauliczne manipulatory przemysłowe. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992 (211 stron).

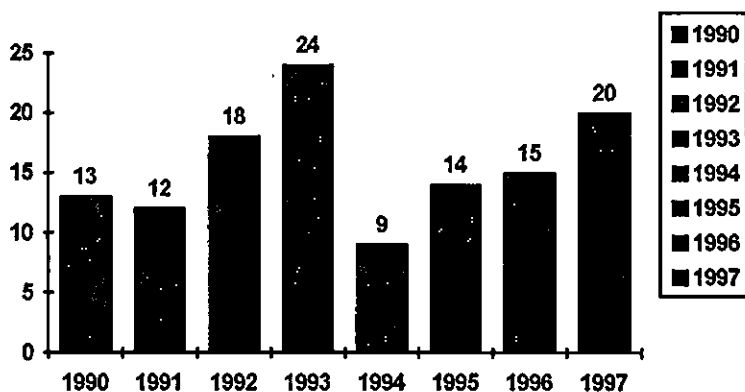
20. Tomaszewski K.: Roboty przemysłowe. Projektowanie układów mechanicznych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993 (292 stron).
21. Wojnarowski J., Nowak A.: Mechanika manipulatorów - robotów w opisie motorów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1992 (184 stron).
22. Żurek J.: laboratorium podstaw robotyzacji. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996 (176 stron).
23. ESP - Robotyka i elastycznie zautomatyzowana produkcja. Tom 1 - 9. Wydanie polskie pod red. L.T.Wrotnego. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991 (około 1000 stron).
24. Materiały Krajowych Konferencji Robotyki. I (1985), II (1988), III (1990), IV (1993), V (1996)
25. Manipulatory i roboty przemysłowe. Automatyczne maszyny manipulacyjne. Praca zbiorowa pod redakcją M.Olszewskiego. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985 (wyd.I), 1992 (wyd.II) (426 stron).
26. Maszyny kroczące i manipulatory elastyczne. Praca zbiorowa pod redakcją A.Moreckiego i T.Zielińskiej. IPPT PAN, Warszawa 1991 (296 stron).
27. Podstawowe problemy współczesnej techniki. T. XXV Robotyka. Praca zbiorowa pod redakcją A.Moreckiego. Państwowe Wydawnictwo naukowe 1987 (359 stron).
28. Podstawy robotyki. teoria i elementy manipulatorów i robotów. praca zbiorowa pod redakcją A.Moreckiego i J.Knapczyka. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993 (wyd. I), 1994 (wyd. II), 1998 (wyd. III w przygotowaniu) (670 stron).
29. Robotyka nr 1. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986.
30. Robotyka nr 2. Roboty RIMP i ich zastosowania. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986.
31. Robotyka nr 3. Roboty przemysłowe PR-02. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1989.
32. Robotyka nr 4. Roboty przemysłowe typu IRb i IRp. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1990.



Rys. 1. Schemat systemu kształcenia na wydziale Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej



Rys. 2. Liczba studentów na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej



Rys. 3. Liczba studiujących na specjalności Robotyka na Wydziale Elektroniki PWr

Tabela 1. Procentowy rozkład tematyki wykładów specjalistycznych

Wykłady specjalistyczne:	
sterowanie	23%
projektowanie	16%
mechanika	14%
dynamika	11%
wizja maszynowa	11%
inteligencja maszynowa	11%
programowanie	7%
sensoryka	7%
	100%

Tabela 2. Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka w latach 1987-91

Politechnika	Specjalności				
	Robotyka	Automatyka	Zautomatyzowane i zrobotyzowane procesy produkcyjne	ESP	Przemysłowe systemy pomiarowe
AGH Kraków	x	x			
Białostocka					
Gdańska		x	x	x	x
Krakowska					
Łódzka	x	x			
Poznańska	x				
Śląska	x	x			
Warszawska	x	x	x	x	x
Wrocławska	x	x			

Tabela 3. Międzywydziałowe Studium Automatyki i Robotyki (1987-1991)

Politechnika Warszawska, Wydział:	Specjalności				
	Robotyka	Automatyka	Zautomatyzowane i zrobotyzowane procesy produkcyjne	ESP	Przemysłowe systemy pomiarowe
Elektroniki i Technik Infor.	x ~ 60				
MEiL	x ~ 120				
Mechatroniki		x ~ 20	x ~ 70		x
Inżynierii Produkcji			x ~ 20	x ~ 20	
Elektryczny			x ~ 90		

Tabela 4. Kierunek Studiów: Automatyka i Robotyka w latach akademickich 1991/92 - 1996/97

Specjalność Uczelnia, • wydział	Robotyka (Mechatronika)	Automatyka (Metrologia)	Automatyzacja i Robotyzacja Proc. Przemys.	Komputerowe Systemy (Aut. i Pom.)	Automatyka Obiektów Ruchomych	Komputerowe Zintegrowane Syst. Wytw.	Elastyczne Systemy Produkcyjne	Automatyka Przemysłowa	INNE
AGH									
• Inż. Mech. i Rob.	x	x							
• El. Aut. Elektoni			x						Inf. w ster. i zarz.
P. Białostocka									
• Mechaniczny			x						
P. Gdańska									
• El., Tel. i Infor.				x	x				
• Elektr. i Autom.		x							
P. Łódzka									
• Elektro. i El.		x	x						
P. Koszalińska									
• Mechaniczny	x	x							
P. Krakowska									
• Mechaniczny	x								
P. Poznańska									
• Elektryczny		x							
P. Szczecińska									
• Mechaniczny	x								
• Elektryczny			x					x	
P. Śląska									
• Mechaniczny	x		x	x					
• Aut. El. i Infor.	x	x		x		x	x		Biom.+S.Med. CIM
P. Warszawska									
• Elektryczny	x								
• El. i Tech. Info.		x							
• Inż. Produkcji			x				x		
• MEIL	x								
• Mechatroniki	x							x	
P. Wrocławska									
• Mechaniczny	x		x						
• Elektroniki	x		x					x	

Tabela 5. Plan studiów na wydz. Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH

Rodzaj przedmiotu	Semestry	Studia inżynierskie							Studia magisterskie		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Matematyka											
Fizyka											
Informatyka											
Mechanika i konstrukcja maszyn											
Elektrotechnika i elektronika											
Robotyka i mechatronika											
Automatyka i sterowanie											
Przedmiot obieralny											

Tabela 6. Plan studiów na wydz. Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki AGH

Rodzaj przedmiotu	Semestry	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Matematyka											
Fizyka											
Elektrotechnika z napędami elektrycznymi											
Podstawy użytkowania i programowania komputerów. Języki programowania											
Przyrządy i układy elektroniczne, technika cyfrowa i mikroprocesorowa											
Automatyka i sterowanie											
Komputeryzacja w sterowaniu i zarządzaniu											

*Tabela 7. Wykaz przedmiotów na kierunku Automatyka i Robotyka
na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki AGH*

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
PRZEDMIOTY SPOŁECZNO-POLITYCZNE						
Przedmiot społeczny wybierany I			60			I i II
Ekonomia			60			III i IV
Wychowanie fizyczne			180			od I do VI
PRZEDMIOTY PODSTAWOWE						
Algebra wyższa	30	30				I
Analiza matematyczna	60	60				I i II
Rachunek prawdopodobieństwa	30	45				II
Równania różniczkowe	30	30				III
Procesy stochastyczne	30	15				III
Metody numeryczne	30			30		III
Fizyka	90	30		30		I i II
Ochrona środowiska	15					IX
PRZEDMIOTY KIERUNKOWE						
Informatyka	30			90		I, II i III
Elektrotechnika z napędami elektrycznymi	75	15		30		III i IV
Podstawy robotyki	30			30		V i VI
Zapis i podstawy konstrukcji	30				15	IV
Elektronika z techniką mikroprocesorową	75			60	30	III, IV i V
Podstawy automatyki	30			45		IV
Teoria sterowania	120	30		60		V, VI i VII
Metody optymalizacji	30	15		30		VII
Badania operacyjne	60	30		30		IV i V
Modelowanie systemów dynamicznych	60			60		IV i V
Aparatura automatyzacji	30			30		V
Mechanika	45			30		V i VI
Materiałoznawstwo	30			30		I i II
Teoria automatów	30			30		III
Wprowadzenie do automatyki i robotyki	30					II
PRAKTYKI ZAWODOWE						
Praktyka specjalnościowa (4 tygodnie)						
Praktyka przeddyplomowa (4 tygodnie)						
SPECJALNOŚĆ AUTOMATYZACJA PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH						
Systemy pomiarowe i pomiary przemysłowe	60			45		V i VI
Metody optymalizacji	30			30		VIII
Teoria wielkich systemów	30	30				VII
Identyfikacja procesów technologicznych	30			60		VI i VII
Aparatura automatyzacji				30		VI
Zautomatyzowane systemy wytwarzania	60				60	VIII i IX
Praca przejściowa (laboratorium problemowe)				90		VI i VII
Komputeryzacja sterowania dyskr. proc. prod.	30			15	15	VIII
KIERUNEK DYPLOMOWANIA SYSTEMY AUTOMATYZACJI						
Komputerowe systemy sterowania	90	45		75		VII, VIII i IX
Automatyzacja wybranych procesów	60	30		30	30	VIII i IX
Systemy automatyki	30	15				IX
Laboratorium specjalizacyjne				60		IX
Seminarium dyplomowe			60			X
Wykład obieralny 1	30					IX
Wykład obieralny 2	30					IX

cd. tab. 7

KIERUNEK DYPLOMOWANIA					
SENSORYKA I STEROWANIE ROBOTÓW					
Sensoryka i sztuczna inteligencja	90	45	75		VII, VIII i IX
Sterowniki robotów i ich programowanie	60	30	30	30	VIII i IX
Układy napędowe robotów	30	15			IX
Laboratorium specjalizacyjne			60		IX
Seminarium dyplomowe		60			X
Wykład obieralny 1	30				IX
Wykład obieralny 2	30				IX
SPECJALNOŚĆ INFORMATYKA W STEROWANIU I ZARZĄDZANIU					
Sprzęt komputerowy systemów sterujących	30			30	VI
Komputerowe wspomaganie projektowania			30		VI
Sztuczna inteligencja i sensoryka	30				VI
Języki i systemy inteligentnego sterowania	30		15	15	VII
Sieci komputerowe	30	30			VI
Programowanie systemów czasu rzeczywist.	15		30		VII
Symulacja i sterowanie procesów dyskretnych	30			30	VI
Elementy systemów operacyjnych	30		30	30	VII
Seminarium problemowe		60			X
Podstawy rachunkowości w przemyśle	15		30		VII i VIII
Specjalist. oprogramowanie do zarządzania	15		30		IX
Specyfikacja i systemy wspomagania projekt.	30			30	VIII
Praca przejściowa (laboratorium problemowe)			60		VII
Planowanie i logistyka produkcji	30		15	30	VIII
Rynek kapitałowy i pieniężny	15				VIII
Elementy konstrukcji kompilatorów	30			30	VIII
Zintegrowane systemy sterowania	30			30	VIII
Systemy informatyczne w produkcji	15		30		VIII
Bazy danych i systemy zarządzania bazami	30			30	VIII
Ekonometria	15			15	IX
Systemy i sieci kolejkowe	30		30		IX
Wykład obieralny I	30				IX
Wykład obieralny II	30				IX
Laboratorium specjalizacyjne			45		IX
Marketing przemysłowy	30				IX

Tabela 8. Wykaz przedmiotów dla kierunku Automatyka i Robotyka (specjalizacja Komputerowe Systemy w Sterowaniu i Zarządzaniu) na Studiach Zaocznych AGH

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Przedmioty ogólne					
Zarządzanie przedsiębiorstwem	16	8			IX
Język angielski		32			IV i V
Algebra wyższa	16	16		8	I
Równania różniczkowe	16	16		8	II
Metody numeryczne	16		16	8	II
Analiza matematyczna	40	24		8	I
Rachunek prawdopodobieństwa i proc.stoch.	16	8		8	III
Fizyka	48	16	16	16	I i II
Przedmioty podstawowe					
Podstawy progr. i użytkowania komputerów	48		24		II, III i IV
Elektrotechnika z napędami elektrycznymi	48	32		16	II i III
Podstawy robotyki	24		16	8	III i IV
Oprogramowanie CAD w proj. konstr. mech.	16		16		V
Elektronika	32	8	16	8	IV i V
Podstawy metrologii	24		16	8	IV
Podstawy automatyki	16		16		IV
Metody sterowania	32	16	16	16	V i VI
Algorytmy sterowania cyfrowego	16	8	16	8	VII
Badania operacyjne	16	16			V
Identyfikacja procesów i regulacja adaptac.	16			8	VI
Modelowanie systemów dynamicznych	16		16	8	III
Aparatura automatyzacji	16		16	8	V
Metody optymalizacji	32	8	16	8	VII i VIII
Zautomatyzowane systemy wytwarzania	24		40	8	VII i VIII
Sterowanie logiczne	8		16		VI
Systemy i sterowniki mikroprocesorowe	16		16		VI
Informatyka czasu rzeczywistego	32	8	32	16	VII i VIII
Komputerowe projektowanie układów ster.	16		16	8	VI
Komputeryzacja w zarządzaniu	24		16		III
Ochrona patentowa i prawo autorskie	16	16			IX
Sensoryka i systemy wizyjne robotów	24		24		VIII
Seminarium dyplomowe		24			IX
Komputerowe systemy sterujące	16		16		VIII
Bazy danych i inżynieria wiedzy	24		16	8	VII
Symulacja i sterowanie procesów dyskretnych	16		8	8	IV
Sieci komputerowe	16		16		VI

*Tabela 9. Plan dziennych studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej*

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Matematyka	180	90				I, II
Metody numeryczne	30			30		VI
Fizyka	120	45		15		I, II, III
Podstawy inżynierii chemicznej i procesowej	30			15		I
Podstawy techniki	30					I
Grafika inżynierska	45	30			30	I, II
Mechanika	75	45				I, II
Podstawy informatyki	30					III
Użytkowanie komputerów				30		II
Programowanie komputerów	30			30		IV
Materiałoznawstwo	30			15		III, IV
Metrologia	30			30		III
Dynamika układów fizycznych	45			15		III
Elektrotechnika	60			30		III, IV
Elektronika	60			30		IV, V
Teoria maszyn i mechanizmów	45	30			15	IV
CAD	30			30		IV
Podstawy konstrukcji mechanicznych	60				30	IV, V
Napędy elektryczne	30			15		V, VI
Podstawy automatyki	45	30		30		V
Techniki wytwarzania	60			15		V, VI
Napędy płynowe	30			15		VII
Podstawy mechatroniki	30			15		VI
Podstawy teorii sygnałów	30	15				V
Technika mikroprocesorowa	60			45		VI, VII
Struktury i bazy danych	30			30		VI
Teoria sterowania	45	30				VI
Metody optymalizacji	30	15				VIII
Podstawy robotyki	45			15		VII
Robotyzacja procesów	30				30	VIII
Identyfikacja procesów	30	15				VII
Programowalne systemy sterowania	30			15		VII
Ekonomia	45	15				II
Rachunkowość	15	15				III
Finanse i bankowość	15	15				IV
Organizacja, zarządzanie i marketing	30	30				VII
Podstawy działalności gospodarczej	15	15				VIII
Ochrona środowiska	30					IX
Ergonomia i BHP	30					IX
Język angielski		180				II - VII
Wychowanie fizyczne		90				V - VII
Przedmioty humanistyczne	90					I, VIII, IX
Przedmioty specjalnościowe		465				
Praktyka kierunkowa		4 tygodnie				po VI
Praktyka dyplomowa		4 tygodnie				po VIII
Praca dyplomowa		410				X

*Tabela 10. Plan dziennych studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej*

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Przedmioty ogólne					
WF		180			I - VI
Język obcy obligatoryjny		150			I - IV
Język obcy obieralny		90			V - VII
Przedmioty humanistyczne	90				V - VII
Przedmioty ekonomiczne	60				VIII, IX
Ochrona własności przemysłowej	15				IX
Przedmioty matematyczno-fizyczne					
Matematyka 1 - analiza	60	60			I, II
Matematyka 2 - algebra liniowa	30	30			I
Matematyka 3 - równania różniczkowe	30	30			II
Matematyka 4 - metody probabilistyczne	30	30			III
Fizyka	60	30	30		II, III
Przedmioty kierunkowe podstawowe					
Wprowadzenie do automatyki i robotyki	30				I
Programowanie i metody numeryczne	60	30	60		I - III
Mechanika ogólna	30	30			IV
Elementy hydrauliki i pneumatyki	15	15	30		V, VI
Podstawy miernictwa	45		30		II
Podstawy teorii obwodów i sygnałów	105	60	30		II - IV
Maszyny elektryczne	30		15		IV, V
Elementy półprzewodnikowe	60	30	30		III - V
Układy elektroniczne	60	30	45		IV, V
Zapis konstrukcji	30		30		I
Podstawy automatyki	30	30	30		IV
Podstawy robotyki	30		30		VI
Teoria sterowania	30		30		V, VI
Przedmioty kierunkowe uzupełniające					
Podstawy techniki cyfrowej	60	30	30		III, IV
Miernictwo przemysłowe	30		30		V, VI
Obróbka danych pomiarowych	30		15		V, VI
Mikroprocesory	45		30		V, VI
Oprogramowanie mikrokomputerów	45		45		V, VI
Metody identyfikacji	30		15		VI
Podstawy konstrukcji elementów elektronicz.	30		45		VI, VII

Tabela 11. Rozkład godzin przedmiotów specjalnościowych na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
SPECJALNOŚĆ:						
KOMPUTEROWE SYSTEMY AUTOMATYKI						
Przedmioty obligatoryjne						
Podstawy sterowania cyfrowego	60	30				VII, VIII
Aparatura automatyki	30			30		VII
Projektowanie układów regulacji	30	15			15	VII
Metody sterowania optymalnego	30	30		15		VIII
Komputerowe systemy automatyki	60			30	30	VII, VIII
Stochastyczne zagadnienia sterowania	30	30				VIII
Sterowanie procesów dyskretnych	30			15	15	IX
Modelowanie cyfrowe	30			30		VIII, IX
Ekspertowe systemy automatyki	30					IX
Przedmioty obieralne		255				VII - IX
Laboratorium problemowe				150		VIII, IX
Seminarium dyplomowe		30				X
Laboratorium dyplomowe				90		X
SPECJALNOŚĆ:						
KOMPUTEROWE SYSTEMY POMIAROWE						
Przedmioty obligatoryjne						
Komputerowe projekt. układów i urządzeń	45			30		
Podstawy systemów pomiarowych	30			30		
Technika przeciwdziałania zakłóceniom	30			30		
Jednostki funkcjonalne syst. elektronicznych	30			30		
Organizacja systemów elektronicznych	30			30		
Oprogramowanie syst. pomiar. i sterujących	30			30		
Mikrokontrolery i mikrosytemy	30			30		
Sensoryka robotów	30			30		
Cyfrowa obróbka sygnałów	30			30		
Diagnostyka techniczna	30					
Systemy produkcji komp. zintegrowanej CIM	30					
Przedmioty obieralne		240				VII - IX
Laboratorium problemowe				180		VIII, IX
Seminarium dyplomowe		30				X
Laboratorium dyplomowe				90		X
SPECJALNOŚĆ:						
AUTOMATYKA OBIEKTÓW RUCHOMYCH						
Przedmioty specjalnościowe						
Wprowadzenie do automatyki ob. ruchomych	30					VII
Sterowanie cyfrowe	90	30		15		VII - IX
Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	30			30		VII, VIII
Komputerowe systemy sterowania	45			30	15	VIII, IX
Technika przesyłania sygnałów	30					VII
Promieniowanie i propagacja fal	30			30		VII
Interfejsy i protokoły komunikacyjne	30			30		VIII
Systemy nawigacyjne	45					VIII
Cyfrowe przetwarzanie obrazów	30					VIII
Śledzenie i kontrola ruchu obiektów latających	30					IX
Urządzenia automatyki podwodnej	30					IX
Laboratorium automatyki ob. ruchomych				60		IX
Przedmioty obieralne		180				VII - IX
Laboratorium problemowe				180		VIII, IX
Seminarium dyplomowe		30				X
Laboratorium dyplomowe				90		X

Tabela 12. Grupa przedmiotów ogólnych i kierunkowych na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Język angielski		180			
Wychowanie fizyczne		90			
Przedmioty ekonomiczne	60				30
Przedmioty humanistyczne	60				30
Analiza matematyczna	90	90			
Algebra liniowa	30	30			
Równania różniczkowe	30	30			
Metody numeryczne	30		30		
Metody probabilistyczne	30	30			
Fizyka	105	30	45		
Informatyka	60		90	30	
Podstawy Automatyki	30	15	30		
Modelowanie matematyczne	30		30		
Podstawy transmisji danych	30	15			
Mechanika	30	30	15		
Zapis i podstawy konstrukcji	30		15	15	
Materiałoznawstwo	30		15		
Elektrotechnika	30	30	15		
Metrologia	45		30		
Maszyny i napęd elektryczny	30		30		
Elektronika	30		30		
Podstawy techniki cyfrowej	30		30		
Technika mikroprocesorowa	30		30		
Teoria sterowania I	30		30		
Teoria sterowania II	30		30		
Teoria sterowania III	30		30		
Technika systemów	30		30		
Podstawy optymalizacji	30		30		
Technika sterowania	30		45	30	
Podstawy robotyki	45		30		15
Urządzenia automatyki i robotyki	30		30		
Metody sztucznej inteligencji w sterowaniu	45		30		15

Tabela 13. Grupa przedmiotów specjalnościowych na kierunku Automatyka i Robotyka, wydz. Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Energoelektronika	30		30		
Przemysłowe systemy pomiarowe	30		30		
Sterowanie w warunkach niepewności	30			15	
Komputerowe systemy sterowania	30		30		
Niezawodność i diagnostyka	30		30		
Komputerowe wspomaganie decyzji	30		30		
Przedmioty obieralne			360		
Laboratorium problemowe			90		
Seminarium dyplomowe					30

*Tabela 14. Plan dziennych studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej*

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Przedmioty podstawowe					
Matematyka	135	135			I - IV
Fizyka	45	30	30		II, III
Chemia	15		15		I
Przedmioty informatyczne					
Podstawy informatyki	45		135		I, II
Metody komputerowe dla inżynierów	15		45		III, IV
Systemy komputerowego wspomagania			60		V, VII
Mechanika techniczna					
Mechanika ogólna	60	30	15	15	II - IV
Dynamika układów zautomatyzowanych	15	15	15		VII
Wytrzymałość materiałów	45	30	15		III, IV
Konstrukcja maszyn					
Maszynoznawstwo	30				I
Podstawy konstrukcji maszyn	60	15		30	V, VI
Materiałoznawstwo	30	15	45		II, III
Dokumentacja techniczna				45	I, II
Geometria wykreślna	15	15		15	I
Teoria mechanizmów i maszyn	15	15	15		IV
Automatyka, sterowanie					
Wprowadzenie do automatyki i robotyki	15				IV
Podstawy automatyki	30	15	15		V
Teoria sterowania	30		15		V
Miernictwo dynamiczne	15		15		VII
Elementy układów sterowania	15		15		VI
Systemy sterowania numerycznego	15		15		VI
Elektrotechnika, elektronika					
Elektrotechnika	30	15	30		III
Elektronika	15		15		VI
Technika mikroprocesorowa	15		30		VI
Elektromaszynowe układy automatyki	15		15		IV
Napędy elektryczne	15	15			V
Hydraulika, pneumatyka					
Mechanika płynów	15	15			IV
Systemy hydrauliczne i pneumatyczne	30	15			V
Robotyka					
Podstawy robotyki	15		15	15	VI
Bionika	30				VII
Mechanika manipulatorów	30	15		15	V
Systemy produkcyjne					
Metody i środki wytwarzania	90	15	75	15	IV - VI
Systemy produkcyjne	15		15	15	VI
Modelowanie i optymalizacja systemów	15		30		VII
Projektowanie i automatyzacja proc. technol.	30		45	15	VI, VII
Metrologia techniczna	15		30		VII
Systemy ciepłne i energetyczne	30		15		VII
Przedmioty ekonomiczne					
Ekonomika przedsiębiorstw	15			15	VII
Zarządzanie i marketing	15			30	VII

Przedmioty różne					
Praca przejściowa I				90	VIII
Ergonomia	15		15		III
Teoria i technika eksperymentu			15		III
Ekologia			15		III
Studia w uczelni technicznej	15				I
Przedmiot wyrównawczy	30				I
Język angielski		120			I - IV
Język obcy		120			V - VIII
Wychowanie fizyczne		180			I - VI
Blocki przedmiotów wybieralnych ogólnych					
Humanistyczne/ społeczne	30				II
Matematyka	30				V
Informatyka	45				III, IV
Mechanika techniczna	30				VI
Konstrukcja i eksploatacja maszyn	30				VIII
Przedmioty wybieralne profilujące			45		VII, VIII
Przedmioty specjalnościowe			660		VIII - X
Praktyki			10 tygodni		po IV, VI i VIII

Tabela 15. Rozkład godzin przedmiotów specjalnościowych na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
SPECJALNOŚĆ: AUTOMATYZACJA PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH						
Automatyzacja przygotowania produkcji	30				45	VIII
Środki techniczne w zaut. syst. produkcyjnych	60	30		15		VIII, IX
Systemy sterowania i oprogramowania	45			30	15	VIII
Systemy oprzyrządowania przedm.-narzędzie	45	15		15	15	VIII, IX
Ekonomika systemów automatyzacji	30	15				IX
Modelowanie i projektowanie syst. zautomat.	30			30	15	IX
Przedmiot obieralny II	45					VIII
Praca przejściowa II					90	IX
Seminarium dyplomowe		30				X
SPECJALNOŚĆ: ROBOTY PRZEMYSŁOWE						
Mechanika robotów	30				15	VIII
Czujniki i urządzenia wizyjne	15			15		VIII
Projektowanie robotów	15				30	VIII
Modelowanie i projektowanie syst. zautomat.	15			30		VIII
Sterowanie i programowanie robotów	15			30		VIII, IX
Oprzyrządowanie robotów	15				30	VIII
Zrobotyzowane stan. montażowe i pomiarowe	15			15	30	IX
Roboty i urządzenia mobilne	15			15		IX
Diagnostyka robotów	30			30		IX
Niezawodność robotów i syst. zrobotyzow.	15	15				IX
Ekonomiczne i socjalne aspekty robotyzacji	15	15				IX
Przedmiot obieralny II	45					IX
Praca przejściowa II					90	IX
Seminarium dyplomowe					30	X

Tabela 16. Analiza spełniania wymogów minimum programowego studiów dziennych dla kierunku Automatyka i Robotyka na Politechnice Łódzkiej

Minimum programowe		Aktualny program na WEiE PL	
Grupa przedmiotów	godziny	godziny	Przedmioty
Przedmioty nietechniczne			
Język obcy kongresowy	180	240	Języki obce (kontynuowany, nowy)
Ekonomika, rachunkowość	90	60	Przedmioty nietechniczne
Przedmioty rozszerzające horyzonty	90	60	Przedmioty nietechniczne
Wychowanie fizyczne	90	135	Wychowanie fizyczne
Przedmioty podstawowe			
Matematyka	320	150	Analiza matematyczna
		45	Algebra
		60	Równania różniczkowe
		45	Metody probabilistyczne
		60	Metody numeryczne
Fizyka	180	120	Fizyka ogólna
		60	Fizyka ciała stałego
Informatyka	180	90	Wstęp do informatyki
		180	Układy cyfrowe i systemy mikroproces.
		45	Sieci komputerowe
		60	Wybrane działy informatyki
Podstawy teorii sygnałów, systemów	120	90	Podstawy automatyki
		45	Podstawy techniki cyfrowej
Przedmioty techniczne			
Mechanika	60	90	Mechanika i wytrzymałość materiałów
Elektronika i elektrotechnika	120	120	Elektronika
		255	Elektrotechnika
Teoria sterowania i regulacja automatycz.	240	120	Teoria sterowania
		75	Regulatory
		30	Sterowanie optymalne
		60	Automatyzacja procesów technolog.
		45	Sprzęt i oprogramowanie systemów aut.
		60	Działy wybrane teorii sterowania
		60	Optymalizacja statyczna
Podstawy robotyki	120	75	Podstawy robotyki
		75	Sterowanie robotów
		60	Wybrane działy robotyki

Tabela 17. Wykaz wspólnych przedmiotów na dziennych studiach magisterskich na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Analiza matematyczna	75	75			I, II
Algebra	30	15			I
Równania różniczkowe	30	30			II
Metody probabilistyczne	30	15			IV
Fizyka ogólna	60	45	30		I, II
Fizyka ciała stałego	30	30			III
Podstawy elektrotechniki	135	90	15	15	I - III
Podstawy metrologii elektrycz. i elektronicznej	60		60		II - IV
Wstęp do informatyki	30	30	30		I, II
Podstawy automatyki	30	30	30		III, IV
Rysunek techniczny				30	II
Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach elek.	15				I
Języki obce		240			II - IX
Przedmioty nietechniczne	120				VIII, IX
Wychowanie fizyczne		135			II - IX
Pomiary eksploatacyjne w instalacjach 1 kV	30		15		VIII

Tabela 18. Plan dziennych studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydział Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Przedmioty kierunkowe					
Mechanika i wytrzymałość materiałów	30	30	30		III, IV
Elektronika	60	30	30		IV, V
Metody numeryczne	15	15	30		III, IV
Podstawy techniki cyfrowej	30	15			V
Teoria sterowania	60	30	30		IV - VI
Napęd elektryczny	30		30		VI, VII
Podstawy robotyki	30	30	15		VI, VII
Materiałoznawstwo	30		15		VI
Maszyny elektryczne	45	15	30		IV, V
Energia elektryczna	30				V
Elektroniczne elementy automatyki	45	30	30		VI, VIII
Pneumatyczne i hydrauliczne elementy autom.	30		15		IV, V
Układy cyfrowe i systemy mikroprocesorowe	60		60	60	VI - IX
Elektromaszynowe elementy automatyki	30		15		VII
Regulatory	30	15	30		VI, VII
Przekształtniki energoelektroniczne	30		15		VII, VIII
Przedmioty specjalistyczne					
Automatyzacja procesów technologicznych	30		30		VII, VIII
Metody i systemy sterowania produkcją	30	15			VIII
Sprzęt i oprogramowanie systemów automat.	30		15		VIII, IX
Sterowanie optymalne	30				IX
Automatyka napędu elektrycznego	30	15	30		VIII, IX
Sterowanie robotów	30		45		VII, VIII
Sieci komputerowe	15		30		IX
Metody identyfikacji	30			30	VI, VII
Komputerowe wspomaganie projektowania	15		30		V
Sensory i technika pomiarów przemysłowych	45		15		IX
Praca przejściowa			30	15	VII, VIII
Seminarium dyplomowe		30			X
Praca dyplomowa				375	X
Przedmioty obieralne					
Działy wybrane teorii sterowania	30	30			
Optymalizacja statyczna	30	30			IX
Działy wybrane robotyki	30	30			IX
Systemy wizyjne	30		30		IX
Przemysłowe systemy pomiarowe	30		30		IX
Elektryczne podzespoły robotów	30		30		IX
Działy wybrane informatyki	30		30		IX
Systemy mikroprocesorowe			60		IX
Symulacja komputerowa układów automatyki	30		30		IX
Elektromechaniczne elementy automatyki	30	15	15		IX
Kompatybilność elektromagnetyczna	30		30		IX
Układy analogowe	30			30	IX
Zagadnienia sztucznej inteligencji	30			30	IX
Zastosowanie robotów	30			30	IX
Niezawodność systemów	30			30	IX
Zasady projektowania układów automatycz	30			30	IX
Wybrane zagadnienia autom. urz. elektroterm.	30			30	IX

**Tabela 19. Plan studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka
(przedmioty wspólne), Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej**

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
liczba godzin					
Przedmioty ogólne					
Systematyczna filozofia współczesna		30			I, II
Język angielski		180			I - VI
Język obcy obieralny		60			I, II
Wychowanie fizyczne		120			I - IV
Logika matematyczna i teoria mnogości	30	15			I
Analiza matematyczna	60	45			I, II
Algebra i wybrane działy geometrii	60	30			I, II
Równania różniczkowe	30	15			III
Elementy probabilistyki	30	15			IV
Fizyka	120	30	60		I - IV
Podstawy ekonomii i zarządzania	30	15			VIII
Ergonomia robotów i systemów automatyki	30	15			IX
Przedmioty podstawowe kierunkowe					
Podstawy informatyki	60		90		I, II
Mechanika i wytrzymałość materiału	75	60			II, III
Teoria obwodów	60	60	30		II, III
Układy elektroniczne	60		60		IV, V
Energoelektronika	30		30		V
Projektowanie urządzeń elektronicznych	15			45	V
Maszyny elektryczne w automatyce i robotyce	45		30		V
Podstawy konstrukcji mechanicznych	60			75	V, VI
Podstawy automatyki	60	60	45		III, IV
Podstawy robotyki	30	30			IV
Teoria sterowania	30	30			V
Metrologia techniczna	60		60		VI, VII
Technika mikroprocesorowa	45		45		VI
Identyfikacja obiektów sterowania	30		30		VI

Tabela 20. Plan dziennych studiów magisterskich dla specjalności Robotyka, Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Układy pneumatyczne i hydrauliczne	30		30		VI
Elektryczne napędy robotów	30		30		VII
Organizacja i oprogramowanie komp. steruj.	45		30	45	VII
Sterowanie robotów	30	30	30		VII, VIII
Programowanie i planowanie zadań	30		45	30	VIII, IX
Zautomatyzowane systemy wytwarzania	30			30	VII
Przetwarzanie sygnałów	30	30			VII
Sensoryka	30		30		VII, VIII
Systemy wizyjne	45		45		VIII
Roboty mobilne	30		30		IX
Przedmiot obieralny I	30		30		IX
Przedmiot obieralny II	30		30		IX
Przedmiot obieralny III	30		30		IX
Sterowanie adaptacyjne	30		30		VIII
Technika laserowa	30		30		V, VI
Praca przejściowa			45	45	VIII
Seminarium dyplomowe				60	IX, X

Tabela 21. Plan dziennych studiów magisterskich dla specjalności Automatyka, Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Organizacja i oprogramowanie komput. steruj.	45		30	45	VII, VIII
Przetwarzanie sygnałów	30	30			VII
Metody obliczeniowe optymalizacji	30		30		VII
Przekształtnikowe napędy elektryczne	60	30	45		VI
Układy pneumatyczne i hydrauliczne	30		30		VII
Automatyka w elektroenergetyce	45		30		VIII
Systemy operacyjne czasu rzeczywistego	30		45		VII
Sterowanie adaptacyjne	30		30		VIII
Automatyka napędu elektrycznego			45		VIII
Mikroprocesorowe sterowanie napędu elektr.	30		30		VIII
Przemysłowe sterowniki programowalne	30		45	30	VIII, IX
Automatyzacja procesów wytwórczych	60		30		IX
Monitoring i sterow. w ochronie środowiska	30		30		IX
Przedmiot obieralny I	30		30		IX
Przedmiot obieralny II	30		30		IX
Praca przejściowa			30	30	VIII
Seminarium dyplomowe				60	IX, X

Tabela 23. Plan dziennych studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka (przedmioty wspólne), Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
liczba godzin					
Wychowanie fizyczne		180			I-VI
Repetitorium z matematyki		30			I
Przedmiot humanistyczno-społeczny	30			30	II
Bazy danych	30		30		III-IV
Ekonomia	30			30	V-VI
Język obcy I		120			I-II
Fizyka	60	45	30		I-II
Język obcy II		120			III-IV
Algebra	30	30			I
Analiza matematyczna	60	60			I-II
Równania różniczkowe	30	30			II
Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka	30	15			III
Elektrotechnika i elektromechanika	75	45	15		II-IV
Mechanika	60	45			II-III
Program obliczeń komputerowych	30		60		I
Dynamika układów	30	15	15		III-IV
Metody numeryczne	30		30		III-IV
Metody optymalizacji	30	15			III-IV
Podstawy informatyki	30	15	30		IV
Podstawy elektroniki	30	15	30		III-IV
Podstawy techniki cyfrowej	30	15	15		IV-V
Technika mikroprocesorowa	45		30	15	V-VI
Systemy automatycznego wnioskowania	30		30		IV
Podstawy miernictwa	45		45		IV-V
Podstawy automatyki	45	30	30		V-VI
Podstawy robotyki	30	30	15		V-VI
Teoria sterowania	30	30	30		VI-VII
Podstawy dynamiki procesów	30	15	15		V-VI
Zautomatyzowane systemy wytwarzania	30	15	30		V-VI
Urządzenia automatyki	30	15	30		VI-VII
Identyfikacja procesów	30	15	30		VI-VII
Rozpoznawanie obrazów	30		30		VI-VII
Zapis i podstawy konstrukcji	30	15		30	VI-VII
Seminarium dyplomowe				60	IX-X
Pracownia magisterska				45	X

*Tabela 24. Program studiów na kierunku Automatyka i Robotyka (dla specjalności),
Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej*

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
SPECJALNOŚĆ: AUTOMATYKA						
Inżynieria przemysłowa	30			15		VII-VIII
Miernictwo przemysłowe	45			30		VII-VIII
Systemy pomiarowe	30			30		VII-VIII
Automatyzacja procesów ciągłych	30	30			30	VII-VIII
Regulatory i układy regulacji	30	15		30		VII-VIII
Modelowanie i symulacja	30			30		VII-VIII
Komp. wsp. proj. układów automatyki	45				30	VIII
Sterowanie adaptacyjne	30	15		15		VIII-IX
Sterowanie wielkimi systemami	30	15		15		VIII
Komp. wspomaganie podejmowania decyzji	30			15		VIII
Niezawodność układów automatyki	30			15		VIII
Komputerowe systemy sterowania	30			30		IX
Sterowniki i układy sterowania	30	15		30		IX
Estymacja i ster. w warunkach niepewności	30			30		VIII-IX
Elementy sztucznej inteligencji	30			30		IX
Cyfrowa technika pomiarowa	30			30		IX
Przedmiot monograficzny	30					IX
SPECJALNOŚĆ: ROBOTYKA						
Badania operacyjne	30			30		VII
Harmonogramowanie	30			30		VIII
Modelowanie i symulacja	30			30		IX
Programowanie mikrokomputerów	30			30		VII
Sztuczna inteligencja robotów	30			30		VII
Systemy ekspertowe	30			30		IX
Systemy mikrokomputerowe	30			30		VIII
Systemy sensoryczne	30	15		30		VII-VIII
Układy manipulacyjne	30			30		VII-VIII
Układy napędowe robotów przemysłowych	30			30		IX
Systemy sterowania robotów	30	15		30		VIII
Przedmiot monograficzny	30					IX
Sterowanie produkcją	30			30		VII-VIII
Sieci komputerowe	30			30		VIII
Niezawodność systemów	30				15	IX
Elastyczne systemy produkcyjne	30			30		VIII-IX
Praca przejściowa I					30	IX
Praca przejściowa II					30	IX
SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY POMIAROWE						
Procedury pomiarowe	30	30		30		VIII
Teoria estymacji	30	15		15		VII
Programowanie w języku C i C++	30			30		VII
Interfejsy w systemach pomiarowych	30			30		VII-VIII
Miernictwo przemysłowe	45			45		VIII-IX
Układy elektr. w aparaturze pomiarowej	30	15		30		VII
Automatyzacja badań eksperymentalnych	30			30	30	VIII-IX
Elektryczne pomiary dokładne	30			30		VIII
Fizyka mikro- i optoelektroniczna	30			30		VIII-IX
Zintegrowane czujniki pomiarowe	30			30		VII-VIII
Rozproszone sieci pomiarowe	30			30		VIII
Niezawodność i iskrobezpieczeństwo	45			30		IX
Przedmiot obieralny	30			30		IX
Technologia układów elektronicznych	30			30		IX

Tabela 25. Program studiów na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydziału Elektrycznego

Przedmioty ogólne	1425 godzin
Przedmioty kierunkowe podstawowe	1125 godzin
Przedmioty kierunkowe uzupełniające	630 godzin
Przedmioty specjalnościowe obowiązkowe	405 godzin
Przedmioty specjalnościowe obieralne	450 godzin
Seminarium dyplomowe	60 godzin

Tabela 26. Wykaz przedmiotów na kierunku Automatyka i Robotyka, Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Matematyka	90	90			I-III
Fizyka	90	60			II-III
Wprowadzenie do automatyki i robotyki	30				I
Informatyka	45		60		I
Mechanika	60	60			I-II
Zapis konstrukcji			30	30	I-II
Materiałoznawstwo	30		30		I
Język obcy		240			I-IV
WF		150			I-V
Elektrotechnika teoretyczna	105	60			II-IV
Elektrotechnika z technika cyfrową	60	30	30		III-V
Podstawy miernictwa	30		30		IV-V
Podstawy automatyki	45	15	15		IV-V
Maszyny elektryczne	30				IV
Telemetria i teledycja	30		30		IV-V
Podstawy robotyki	30				V
Podstawy napędu elektrycznego	60		15		V-VI
Mikromaszyny elektryczne	60				V
Elementy energoelektroniczne	30				V
Przetworniki pomiarowe	30		30		V-VI
Badanie mikromaszyn	15		45		V-VI
Elementy pom.-ster. i wyk. w nap. robotów	15		45		V-VI
Teoria sterowania	30	30			VI-VII
Technika mikroprocesorowa	45		15		VI-VII
Modele i identyfikacja układów dynamicznych	45		15		VI
Sterowanie robotów	45		45		VI-VIII
Teoria przekształtników	60		30		VI-VII
Badania mikromaszyn			45		VI
Zautomatyzowane systemy wytwarzania	60		45		VII-VIII
Napędy przekształtnikowe robotów	30		30		VII-VIII
Mikroprocesorowe sterowanie napędów	15		30		VII-VIII
Oprogramowanie robotów	30		30		VII-VIII
Badania środowiskowe i kompat. elektromag.	15		15		VII
Przedmiot obieralny 1	30	30			VII
Praca przejściowa				90	VIII
Przedmiot obieralny 2	30	30	30		VIII
Sterowanie adaptacyjne	30				IX
Sterowanie optymalne	30				IX

cd. tabeli 26. Wykaz przedmiotów na kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej

Przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów	30		30		IX
Komputerowe metody symulacji napędów			30		IX
Konstrukcje ukt. ster. napędów w robotyce	30				IX
Systemy informacyjno-pomiarowe	30		15		IX
Urządzenia tech. obsługiwane przez roboty	30				IX
Roboty pomiarowe	30		15		IX
Proj. serwonapędów wspomagane komputer.	15		15		IX
Podstawy techniki eksperymentalnej	30				IX
Proj. przekształtników wspomagane komput.	15		30		IX
Przedmiot ekonomiczno-prawny		60			IX-X
Seminarium dyplomowe		60			X

Tabela 27. Plan studiów magisterskich dziennych na kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału Inżynierii Produkcji PW

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Algebra	30	30			I
Analiza matematyczna	60	60			I-II
Równania różniczkowe i metody numeryczne	30	30			II
Analiza zespolona	30	30			III
Fizyka	90	45	45		I-II
Metalożnawstwo z obr. cieplno-chemiczną	90	60	30		III-IV
Materiały niemetalowe	30	15	15		III-IV
Mechanika	60	60			II-III
Wytrzymałość materiałów	60	30	30		III-IV
Zapis konstrukcji	15	15	105		I-II
Metrologia	60	30	30		II-III
Podstawy konstrukcji maszyn	60		135		IV-VI
Maszyny technologiczne	45		30		V-VI
Podstawy układów logicznych i komputerów	30		30		II
Podstawy informatyki	45	30	15		I
Język programowania C		15	30		II
Elektronika i elektrotechnika	30	15			IV
Podstawy automatyki	45		30		V
Sterowanie maszyn technol. i robotów	45		30		VI-VII
Pneumatyka i hydraulika maszyn technolog.	30		30		VII
Wprowadzenie do automatyki i robotyki	30				I

Tabela 28. Plan studiów na kierunku Automatyka i Robotyka (przedmioty specjalnościowe), Wydziału Inżynierii Produkcji PW

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
SPECJALNOŚĆ: AUTOMATYZACJA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH					
Podstawy automatyzacji procesów wytwórcz.	45				V
Elastyczne systemy wytwarzania	30		15		VI-VII
Teoria sterowania	30	15			VI
Układy mikroprocesorowe	30		15		V-VI
Techniki wytwarzania	60		60		V-VI
Komp. wsp.proj. procesów wytwarzania	45		30		VII-VIII
Organizacja zautomatyzowanych proc. wytw.	30		15		VIII-IX
SPECJALNOŚĆ: STEROWANIE FSM					
Programowanie obrabiarek i robotów	15		30		VIII
Automatyczny nadzór wytwarzania	15		45		IX
Komputerowe wspomag. projektowania FSM	15		45		VIII-IX
Sieci komputerowe	30		15		VIII
Serwonapędy maszyn technol. i robotów	15		15		VIII
Programowalne sterowniki logiczne	15		30		IX
Pomiary elektryczne wielkości mechanicznych	15		15		IX
Praca przejściowa 1			60		VII
Praca przejściowa 2			60		VIII
Seminarium dyplomowe			30		X
Projekt dyplomowy			210		X
SPECJALNOŚĆ: EKSPLOATACJA FSM					
Obrabiarki	30		30		VII-VIII
Budowa elastycznych systemów wytwarzania	30	15			VIII
Automatyczny nadzór wytwarzania	15		45		VIII
Niezawodność i diagnostyka maszyn technol.	30	15	30		VIII
Badania maszyn technologicznych			45		IX
Kinem. i dynamika maszyn tech. i robotów	45	15			V
Teoria sterowania	30	15			VI
Techniki wytwarzania	60		30		VI
Układy mikroprocesorowe	30		15		V
Komp. wspomag. proj. proc. technologicz.	45		30		VII-VIII
Elastyczne systemy wytwarzania	30		15		VII-VIII
Sterowanie elastycznych systemów wytw.	15		15		VIII-IX
Organizacja elast. systemów wytwarzania	15		15		VIII-IX

Tabela 29. Wykaz przedmiotów obowiązkowych dla wszystkich studentów,
Wydziału MEL Politechniki Warszawskiej

Semestr	Przedmiot	Liczba kredytów
I	Analiza I	5
	Algebra z geometrią	3
	Elektroniczna technika obliczeniowa I	1
	Elektroniczna technika obliczeniowa II (L)	1
	Zapis konstrukcji I	4
	Materiałoznawstwo I	4
	Odlewnictwo	1
	Mechanika I	5
	Suma	24
II	Analiza II	5
	Termodynamika I	4
	Zapis konstrukcji II	3
	Mechanika II	4
	Elektrotechnika	3
	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji I	4
	Materiałoznawstwo II (L)	1
	Suma	24
III	Równania różniczkowe cząstkowe	3
	Elektroniczna technika obliczeniowa III	2
	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji II (L)	1
	Metrologia warsztatowa I	1
	Obróbka plastyczna i spajanie I	2
	Termodynamika III (L)	2
	Suma	11
IV	Probabilistyka	3
	Elektroniczna technika obliczeniowa IV	2
	Metrologia i obróbka plastyczna II (L)	2
	Mechanika płynów I	3
	Drgania I	2
	Obróbka skrawaniem, ścierna i erozyjna I	2
	Suma	14
V	Drgania II (L)	1
VI		1
VII	Fizyka I	3
VIII	Fizyka II	2
	Suma	80
I - VIII	Wychowanie fizyczne	0
II-IX	Język obcy	2/sem.

*Tabela 30. Przedmioty obowiązkowe dla kierunku Automatyka i Robotyka,
Wydziału MEL Politechniki Warszawskiej*

Semestr	Przedmiot	Liczba kredytów
III	Wytrzymałość materiałów i konstrukcji III	2-4
	Elektrotechnika z napędami elektrycznymi I	3
	Termodynamika II	2
	Wprowadzenie do automatyki i robotyki	2
	Suma	9-11
IV	Podstawy konstrukcji robotów I	3
	Teoria maszyn i mechanizmów I	2
	Teoria maszyn i mechanizmów II (L)	1
	Elektrotechnika z napędami elektrycznymi II (L)	2
	Elektrotechnika z technika mikroprocesorową I	2
	Suma	10
V	Podstawy konstrukcji robotów II	3
	Podstawy konstrukcji robotów III (P)	3
	Podstawy automatyki i sterowania I	5
	Mechanika płynów II	2
	Wymiana ciepła	2
	Obróbka skrawaniem, ścierna i erozyjna II (L)	1
	Podstawy robotyki I	4
	Elektrotechnika z technika mikroprocesorową II	2
	Suma	22
VI	Podstawy konstrukcji robotów IV (L)	2
	Podstawy robotyki II (L)	1
	Mechanika płynów III (P)	3
	Podstawy automatyki i sterowania II (L)	1
	Miernictwo wielkości mechanicznych I	2
	Miernictwo wielkości mechanicznych II (L)	1
	Teoria manipulatorów	3
	Suma	13
VII	Teoria sterowania	2
	Zautomatyzowane systemy wytwarzania I	3
	Suma	5
VIII	Zautomatyzowane systemy wytwarzania II (P)	4
	Języki programowania robotów i manipulatorów	2
	Praca przejściowa I	6
	Suma	12
IX	Praca przejściowa II	6
	Suma	76

Tabela 31. Przykłady przedmiotów obieralnych, Wydziału MEL PW

Nazwa przedmiotu	Treść	Prerekwizyty
Napędy manipulatorów i robotów I	Wymagania stawiane napędom robotów. Napędy elektryczne, pneumatyczne, hydrauliczne. Modelowanie napędów. Projektowanie napędów wspomagane komputerem	Elektrotechnika z napędami elektrycznymi I Teoria manipulatorów
Napędy manipulatorów i robotów II	Badanie silnika elektrycznego. Dobór silników do robota. Badanie robota z napędem hydraulicznym. Badanie napędu śrubowego.	Napędy manipulatorów i robotów I
Podstawy biomechaniki i bioniki technicznej	Badanie i modelowanie układu ruchu człowieka. Budowa, charakterystyki mięśni, kości; kryteria współdziałania mięśni. Modelowanie układu kręgosłupa. Analiza biomechaniczna otwartych łańcuchów kinematycznych z napędami mięśniowymi. Biomechaniczne modele lokomocji. Źródła energetyczne - praca, moc, sprawność mięśni. Modelowanie układu ruchu w ergonomii, medycynie i sporcie. Modele układów krążenia, oddychania, bilansu wodnego i cieplnego. Modele zmysłów.	Elektroniczna technika obliczeniowa II Mechanika II
Sterowanie ruchem robotów	Schematy blokowe typowych układów sterowania robotów. Metody analizy i syntezy serwo mechanizmów położenia. Komputerowo wspomagane modelowanie i badania symulacyjne programem CAMIR. Sterowanie minimalno czasowe, sterowanie siłą i hybrydowe układy sterowania robotów.	Napędy manipulatorów i robotów I Teoria sterowania

Tabela 32. Ścieżka ukierunkowana na projektowanie robotów, Wydziału MEL PW

Semestr	Liczba kredytów przedmiotów obowiązkowych	Kredyty dla ścieżki	Liczba kredytów przedmiotów dla ścieżki
V	20		
VI	15	Dynamika układów - 4 MES I - 3 Podstawy eksperymentu - 2	9
VII	18	Napędy robotów i manipulatorów I - 2 Projekt RiM - 3	5
VIII	12	Człowiek w układach sterowania - 2 MES II - 3 Napędy robotów i manipulatorów II - 1 Układy sensoryczne i inteligencja maszynowa - 3 Sterowanie ruchem robotów - 3	12
Łącznie przedmioty ścieżki liczą			26 kredytów

Z powyższego zestawienia wynika, że w celu uzupełnienia liczby kredytów do wymaganej liczby 222 studenci mogą obrać co najmniej 5 kredytów z przedmiotów humanistyczno-społecznych, ekonomicznych, ekologicznych itp.

Tabela 33. Ścieżka ukierunkowana na roboty antropomorficzne, Wydziału MEL PW

Semestr	Liczba kredytów przedmiotów obowiązkowych	Kredyty dla ścieżki	Liczba kredytów przedmiotów dla ścieżki
V	20		
VI	15	Dynamika układów - 4 MES I - 3 Podstawy eksperymentu - 2	9
VII	18	Komputerowe przetwarzanie obrazów - 2 Podstawy biomechaniki i bioniki technicznej - 4	6
VIII	12	Napędy robotów i manipulatorów I - 2 Układy sensoryczne i inteligencja maszynowa - 3 Roboty mobilne - 3 Sieci neuronowe - 2 Roboty androidalne - 2	12
Łącznie przedmioty ścieżki liczą 27 kredytów			

Z powyższego zestawienia wynika, że w celu uzupełnienia liczby kredytów do wymaganej liczby 222 studenci mogą obrać co najmniej 4 kredyty z przedmiotów humanistyczno-społecznych, ekonomicznych, ekologicznych itp.

Tabela 34. Plan studiów wspólny dla wszystkich specjalności na Wydziale Mechatroniki

Nazwa przedmiotu	liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Język obcy			180			I-VI
Wychowanie fizyczne			180			I-VI
Ekonomia	30					II
Matematyka I	60	60				I
Matematyka II	45	45				II
Matematyka III	30					III
Fizyka I	30	15				I
Fizyka II	30	15		45		II
Fizyka III	15			30		III
Zasady użytkowania komputerów				30		I
Mechanika ogólna	45	30				II-III
Mechanika techniczna				15		I-II
Wytrzymałość materiałów	30	30				III
Materiałoznawstwo	45			15		I-II
Podstawy zapisu konstrukcji	15				60	I-II
Konstrukcja zespołów urządzeń precyzyjnych	45			60	45	III-VI
Podstawy technik wytwarzania	60			45	30	III-V
Metrologia ogólna	30			45		III-IV
Elektrotechnika ogólna	30	30		45		III-IV
Elektroniczne elementy i układy analogowe	60	15		45		III-V
Miernictwo wielkości elektrycznych	30			30		IV-V
Podstawy automatyki	30	15		30		IV-V
Elektroniczne układy i systemy cyfrowe	60	15		45		V-VI
Automatyka procesów dyskretnych	30			15		VI
Przedmiot humanistyczny obieralny		30				VI
Przedmioty obieralne wydziałowe	30	30				VII-VIII
Przedmiot ekonomiczny obieralny		60				VIII-IX
Praca przejściowa					90	VIII-IX
Praktyka produkcyjna					4 tyg.	po IV lub VI
Praktyka przeddyplomowa					4 tyg.	po VIII

*Tabela 35. Rozkład przedmiotów specjalnościowych dla Robotyki,
Wydziału Mechatroniki PW*

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
Metody numeryczne	30				V
Metrologia i robotyka pomiarowa	30	15	30		V-VI
Programowanie w języku C	15		15		V
Optyczne metody w technice	30				VI
Wybrane zagadnienia mechaniki płynów	15		15		VI
Technologia elementów i układów automatyki	45		30		VI-VII
Projektowanie cyfrowych układów automatyki	15			30	VII
Systemy automatyki przemysłowej	30		30		VI-VII
Podstawy robotyki	30		30		VII-VIII
Zasady budowy robotów	30	15			VIII
Teoria sterowania	30	15			VII
Napędy elektryczne automatyki i robotyki	15		15		VII
Hydrauliczne napędy i ich sterowanie	30		30		VII-VIII
Pneumatyka	30		15	15	VII-VIII
Sensoryka robotów	30		30		VII-VIII
Sterowanie i oprogramowanie robotów	30		30		VIII-IX
Badania robotów	30		15		VIII-IX
Widzenie maszynowe	30		15		IX
Elastyczne systemy wytwarzania	30				IX
Maszyny i roboty pomiarowe	30		15		IX
Przedmiot wariantowy I					IX
• Układy sterowania adaptacyjnego	30		15		
• Identyfikacja obiektów dynamicznych	30		15		
• Automatyzacja procesów dyskretnych	30		15		
Przedmiot wariantowy II					X
• Projektowanie chwytaków i narzędzi	15		15	15	
• Proj. zrobotyzowanych systemów wytw.	15			30	
Przedmioty obieralne specjalnościowe	60				VIII-X
Seminarium dyplomowe				60	IX-X
Praktyka przeddyplomowa				4 tyg.	po VIII

Tabela 36. Elastyczny system kształcenia na Wydziale Mechanicznym PW.:

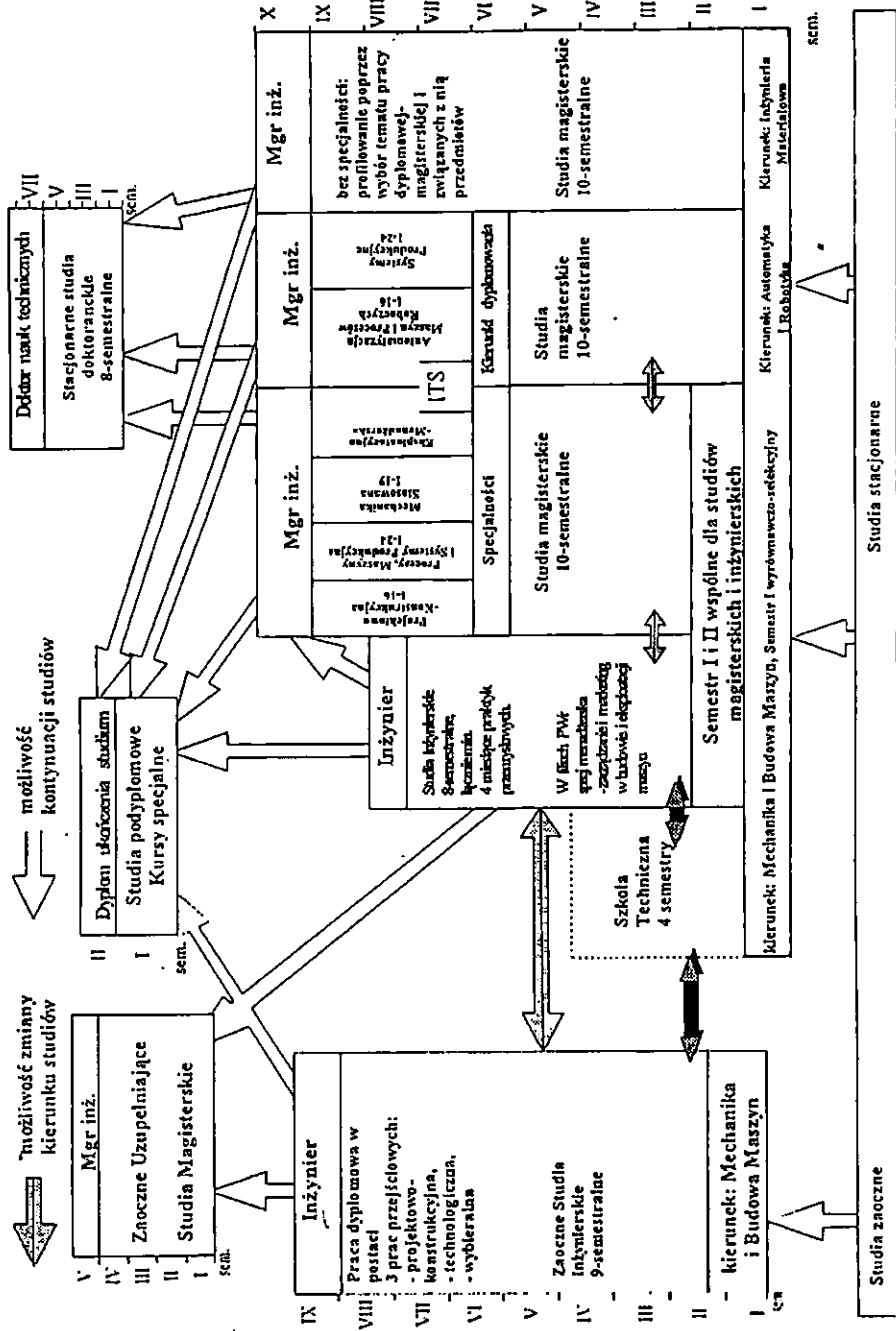


Tabela 37. Plan dziennych studiów magisterskich - standardowy, kierunek Automatyka i Robotyka, Wydziału Mechanicznego PWt.

[illegible]

Tabela 38. Wykaz przedmiotów na kierunku dyplomowania Automatyzaacja Maszyn i Procesów Roboczych, Wydziału Mechanicznego PWr.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
liczba godzin					
KURSY PODSTAWOWE					
Analiza i synteza mechanizmów	30			15	
Teoria układów napędowych	30				
Badanie elementów i zespołów maszyn			45		
Urządzenia i układy automatyki	30	15	30		
Komp. wspomaganie prac inżyn. CAE-CAD			45		
KURSY MONOGRAFICZNE					
Lab. konstrukcji urządzeń automatyki			45		
Systemy mikroproc. w ster. proc. przemysł.	30		30		
Metody i techniki sztucznej inteligencji	30				
Bionika w zagadnieniach technicznych	30				
Urządzenia transportu bliskiego	30	15			
Automatyzacja maszyn i pojazdów rob.	30		15		
Metodologia projektowania technicznego	15			30	
Komp. wspomaganie prac inżyn. CAE-CAD	15		30		
Napęd spalinowy	15		15		
Systemy transportu i magazynowania	30		15		
Roboty mobilne	30		15		
Serwomechanizmy hydrauliczne maszyn	30				
Napęd elektryczny obrabiarek i robotów	30		15		
Podst. konstr. syst. nap. w ukl. rob i man. bio.	30		30		
Roboty przemysłowe	30		15		

Tabela 39. Wykaz przedmiotów na kierunku dyplomowania Systemy Produkcyjne, Wydziału Mechanicznego PWr.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
liczba godzin					
KURSY PODSTAWOWE					
Projektowanie procesów technologicznych II	30			15	
Elastyczne procesy wytwórcze	30				
Sterowanie urządzeń wytwórczych	30		15		
Programowanie OSN i robotów	15		15	15	
Syst. komp. w wytwarzaniu CAD/CAM/CIM	30		30		
Systemy zapewnienia jakości	30				

Tabela 41 Siatka przedmiotowa specjalności Robotyka, Wydziału Elektroniki PWr.

godz	sem. I	sem. II	sem. III	sem. IV	sem. V	sem. VI	sem. VII	sem. VIII	sem. IX	sem. X
30										Semin. dyplomowe 00002 ARE 5390
29										
28										
27										
26										
25										
24										
23										
22										
21										
20										
19										
18										
17										
16										
15										
14										
13										
12										
11										
10										
9										
8										
7										
6										
5										
4										
3										
2										
1										

Systemy mikroproc. w automatyce I	30000E ARE 3350	Dynamika procesów	31000E ARE 4363	Systemy mikroproc. w automatyce II	00210 ARE 4350	Systemy sterowania robotów I	21010 ARE 4371	Robotyzacja	20110 ARE 4373	Semin. dyplomowe 00002 ARE 5390
Metody sztucznej inteligencji I	30020 ARE 4361	Metody sztucznej inteligencji II	20010E ARE 4370	Systemy sterowania robotów II	20020 ARE 5381	Komputerowe przetwarzanie wiedzy	20011E ARE 5384			
Systemy rozpoznawania	10020 ARE 4364	Układy napędowe	20000 ARE 3352	Systemy wizyjne I	21100E ARE 4372	Kursy wyćwiczne Wi1	3 godz.			
Programowanie obektowe	20010 ARE 4375	Kursy wyćwiczne Wi2	3 godz.	Systemy wizyjne II	20000 ARE 4374	Sztuczni rob. mobilni	00021 ARE 5383			

Wi1: Symboliczne języki programow. 10020 ARE 3351
Komputerowe obliczanie tablicier. 10020 ARE 5391
Wi2: Systemy sensoryczne 20010 ARE 5392
Metody inteligencji obliczeniowej 20010 ARE 5393

*) kody wg Katalogu kursów 1994/95. Oferta ogólnouniwersytecka, Wrocław 1994

*Tabela 42. Plan studiów na kierunku Automatyka i Robotyka,
specjalność Komputerowe Systemy Automatyki, Wydziału Mechanicznego PKo.*

Nazwa przedmiotu liczba godzin	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	semestr
PRZEDMIOTY OGÓLNE					
Wychowanie fizyczne		120			II-V
Język angielski		150			I-IV
Ekonomia	45	30			I-II
Matematyka	150	180			I-IV
Fizyka	120	45	30		I-III
PRZEDMIOTY KIERUNKOWE					
Podstawy miernictwa	30		30		II-III
Podstawy informatyki	45	15	45		I-II
Przyrządy półprzewodnikowe	30	15	30		III-IV
Teoria obwodów i sygnałów	105	60			II-III
Liniowe układy elektroniczne	45	30	30	15	IV-V
Impulsowe układy elektroniczne	30	15	30		V-VI
Podstawy techniki cyfrowej	30	30	30		IV-V
Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	15	30			IV
Technika mikroprocesorowa	30		30		V-VI
Zapis konstrukcji	30		15		III
Zasady i układy automatyki	60	15	30		IV-V
Mechanika i budowa maszyn	60	15	30		III-V
Napędy elektryczne	15		15		III
Napędy hydrauliczne i pneumatyczne	15		15		V
Robotyka	15		30		VII
PRZEDMIOTY SPECJALNOŚCI					
Komputerowe modelowanie proc. przem.	30		15		V
Miernictwo przemysłowe	15		15		V
Sterowanie komputerowe	30		75		VI-VII
Automatyzacja procesów przemysłowych	30		15		VI
Architektura komputerów i sieci	60		60		V-VI
Diagnostyka sprzętu i oprogramowania	15		30		VI
Przedmiot obieralny	30	15			VI
Pracownia dyplomowa				120	VI-VII
Seminarium dyplomowe				30	VII

Tabela 43. Stan kadry

L.p.	Politechnika	Uczelnie - wydział Kadra	Nauczyciele akademicy				
			Prof.	Prof. nadzw.	Doc. Dr hab.	Dr	Mgr. Wykt.
1	AGH	Inż. Mechanicznej i Robotyki	4	4	-	13	15
2		Elektrotechniki, A.i Elektroniki	3	3	10	15	15
3	Białostocka	Mechaniczny	-	1	-	1	3
4	Gdańska	Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki	3	3	2	-	-
5		Elektrotechniki i Automatyki	2	2	-	9	6
6	Łódzka	Elektrotechniki i Elektroniki	5	4		14	12 + 2
7	Koszalińska	Mechaniczny	2	3		6	4
8	Krakowska	Mechaniczny	5	3	1	6	5
9	Poznańska	Elektryczny	3	6	1 + (3)	11	
10	Szczecińska	Elektryczny	18		26		
11		Mechaniczny	6	10	2	26	
12	Śląska	Mechaniczny	9	7	1		
13		Automatyki, Elektroniki i Informatyki	1	2	5	1	6 + 1
14	Warszawska	Elektryczny	10		4		
15		Elektroniki	1		1	2	3
16		Inżynierii Produkcji	5	2		8	
17		MEiL	5	1	1	10	1 + 2
18		Mechatroniki	1	4	1	13	11
19	Wrocławska	Mechaniczny	4	6		1	
20		Elektroniki	3	5		11	

Tabela 44. Funkcje pełnione przez absolwentów specjalności Automatykacja procesów przemysłowych, absolwenci 1994-96

	Rok ukończenia studiów			Razem	
	1994	1995	1996	osób	%
Pracownik o charakterze					
Konstruktor - projektant	2	1	7	10	27
Konstruktor - techn. CAD/CAM	2	2	4	8	22
Służby pomocnicze	1		1	2	5
Transport zakładowy	1		1	2	5
Handel (poza zawodem)			1	1	3
Szkolnictwo (wyższe i średnie)	2	2	2	6	16
Nie ujęci w ewidencji	0	4	4	8	22
Razem				37	100

Tabela 45. Rekrutacja na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Inż. Prod. PW

Rok	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Liczba studentów	25	43	55	84	157	140	170	196	221

Tabela 46. Struktura edukacji technicznej w Polsce

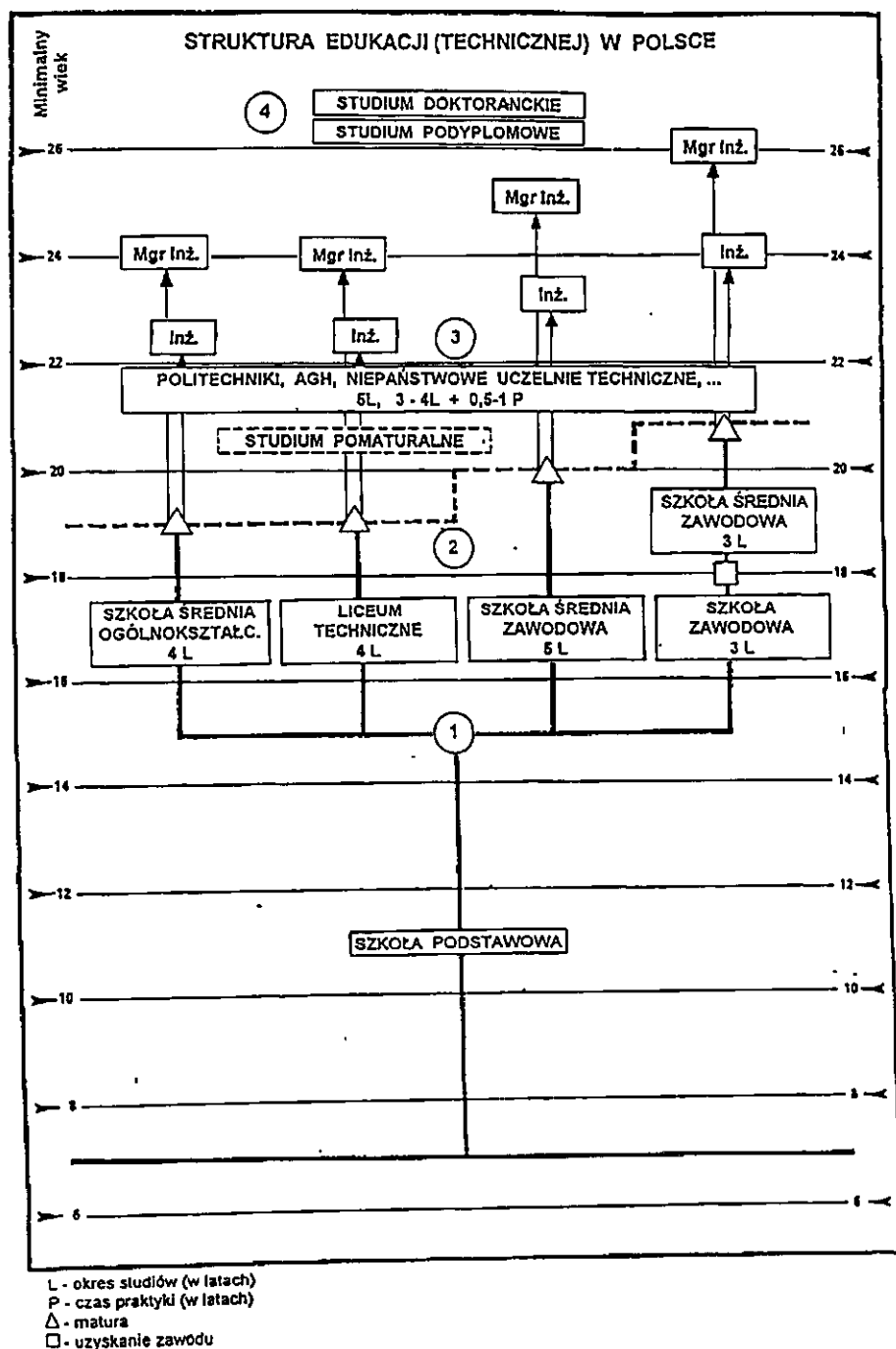


Tabela 47. Minimum programowe dla inżynierskich studiów zawodowych na kierunku Automatyka i Robotyka

Inżynierskie Studia Zawodowe	Liczba godzin zajęć				
	łącznie *)	minimum programowego	udział przedmiotów w minimum programowym		
Automatyka i Robotyka	2610	1200	nietechniczne 300	podstawowe ogólne 540	podstawowe kierunkowe 360
*) Minimalna liczba godzin zajęć w czasie studiów w tym nie więcej niż 300 godzin na wykonanie inżynierskiej pracy dyplomowej. Minimum 12 tygodni praktyki w formie zorganizowanej pracy np. w zakładzie przemysłowym					