МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Електротехнічний факультет

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті

СИЛАБУС

за дисципліни

«Електромехатронні, робототехнічні системи»

для здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти

Галузь знань: *14 – Електрична інженерія*

Спеціальність: *141- «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*

Викладачі дисципліни:

Сінчук Олег Миколайович - професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті, доктор технічних наук.

E-mail: speet@ukr.cnet

Контактний телефон: (+38) (056) 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Сьомочкин Альберт Борисович - доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті, кандидат технічних наук.

E-mail: syomochkyn@gmail.com

Контактний телефон: (+38) (056) 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевіча 11), ауд. 303.

АНОТАЦІЯ

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії по основам електромехатроники та робототехніки.

Мехатроніка вивчає новий методологічний підхід (в деяких роботах навіть використовуються більш укрупнені поняття - "філософія", "парадигма") в побудові машин з якісно новими характеристиками.

До складу мехатронної системи входять наступні основні компоненти:

- механічний пристрій, кінцевою ланкою якого є робочий орган;
- блок приводів, що включає силові перетворювачі і виконавчі двигуни;
- пристрій комп'ютерного управління, верхнім рівнем для якого є людина-оператор, або інша ЕОМ, що входить в комп'ютерну мережу;
- сенсори, призначені для передачі в пристрій управління інформації про фактичний стан блоків машини і русі МС.

Таким чином, наявність трьох обов'язкових частин - механічної (точніше електромеханічної), електронної та комп'ютерної, пов'язаних енергетичними та інформаційними потоками, є первинною ознакою, який вирізняє мехатронні системи.

Метою викладання дисципліни “ Електромехатронні, робототехнічні системи” є:

- підготовка аспірантів до науково-дослідної роботи і творчої інноваційної діяльності в області аналізу і синтезу електромехатронних і робототехнічних систем і систем управління електромехатронних і робототехнічними модулями і системами, а також
- підготовка аспірантів до науково-дослідної роботи в міждисциплінарних областях шляхом модифікації існуючих або розробки нових методів і алгоритмів , виходячи із завдань конкретного дослідження;
- підготовка аспірантів до пошуку та отримання нової інформації, необхідної для вирішення завдань в області інтеграції знань стосовно до проектування засобів електромехатроніки і робототехніки та їх систем управління, до активної участі в інноваційній діяльності підприємств і організацій, в тому числі транснаціональних компаній

Завдання вивчення дисципліни є вивчення загальних основ розробки та впровадження електромехатронних та робототехнічних систем в промисловості та транспорті.

Необхідно навчити студента системному підходу до вирішення задач побудування електромехатронних та робототехнічних систем, які набувають все більшого розповсюдження в промисловості та транспорті.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, шифр та назва спеціальності, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 4,0</td><td>Галузь знань
____14____
(шифр і назва)
____Електрична___
_____інженерія____</td><td colspan="2" rowspan="2">За вибором ЗВО</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td>Модулів - 1</td><td rowspan="5">Спеціальність 141
”Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів - 2</td><td>2- й</td><td>2- й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання
_____
(назва)</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 120</td><td>4 - й</td><td>4 - й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Тижневих годин для денної форми навчання:

аудиторних - 3
самостійної роботи студента – 4,5</td><td rowspan="9">Ступінь вищої освіти:
____Доктор філософії___</td><td>32 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>16 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 год.</td><td>108 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:

екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%) –.

для денної форми навчання – 66,7%;

для заочної форми навчання –11.1%.

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-наукової програми

Дисципліна «Електромехатронні, робототехнічні системи» включена як вибіркова компонента у освітньо-наукову програму спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка третього рівня (доктор філософії) вищої освіти.

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при підготовці тексту дисертації, при публікації наукових статей в журналах, доповідей на науково-дослідних конференціях та семінарах а також підготовці грантових заявок для участі в міжнародних проектах.

3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії по основам електромехатроники та робототехніки.

Мехатроніка вивчає новий методологічний підхід (в деяких роботах навіть використовуються більш укрупнені поняття - "філософія", "парадигма") в побудові машин з якісно новими характеристиками.

До складу мехатронної системи входять наступні основні компоненти:

- механічний пристрій, кінцевою ланкою якого є робочий орган;
- блок приводів, що включає силові перетворювачі і виконавчі двигуни;
- пристрій комп'ютерного управління, верхнім рівнем для якого є людина-оператор, або інша ЕОМ, що входить в комп'ютерну мережу;
- сенсори, призначені для передачі в пристрій управління інформації про фактичний стан блоків машини і русі МС.

Таким чином, наявність трьох обов'язкових частин - механічної (точніше електромеханічної), електронної та комп'ютерної, пов'язаних енергетичними та інформаційними потоками, є первинною ознакою, який вирізняє мехатронні системи.

Метою викладання дисципліни “ Електромехатронні, робототехнічні системи” є:

- підготовка аспірантів до науково-дослідної роботи і творчої інноваційної діяльності в області аналізу і синтезу електромехатронних і робототехнічних систем і систем управління електромехатронних і робототехнічними модулями і системами, а також
- підготовка аспірантів до науково-дослідної роботи в міждисциплінарних областях шляхом модифікації існуючих або розробки нових методів і алгоритмів , виходячи із завдань конкретного дослідження;

- підготовка аспірантів до пошуку та отримання нової інформації, необхідної для вирішення завдань в області інтеграції знань стосовно до проектування засобів електромехатроніки і робототехніки та їх систем управління, до активної участі в інноваційній діяльності підприємств і організацій, в тому числі транснаціональних компаній

Вивчення дисципліни «Електромехатронні, робототехнічні системи» передбачає засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час у формі самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи, призначеної формувати практичні навички роботи студентів із спеціальною літературою, орієнтувати їх на інтенсивну роботу, критичне осмислення здобутих знань і глибоке вивчення теоретичних і практичних проблем для підвищення якості професійної підготовки.

Результати вивчення курсу «Електромехатронні, робототехнічні системи» представляються у формі екзамену.

Завдання вивчення дисципліни є вивчення загальних основ розробки та впровадження електромехатронних та робототехнічних систем в промисловості та транспорті.

Необхідно навчити студента системному підходу до вирішення задач побудування електромехатронних та робототехнічних систем, які набувають все більшого розповсюдження в промисловості та транспорті.

Дисципліна спрямована на формування наступних результатів навчання:

загальні компетентності:

- **К02**. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- **К04.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- **К05**. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.
- **К06.** Навички суворого дотримання професійної етики.

спеціальних компетентностей:

- **СК2**. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК3.** Здатність демонструвати розуміння специфіки електроенергетики, електротехніки та електромеханіки як науки та вміти правильно її застосовувати при роботі з технічною літературою та іншими джерелами інформації;
- **СК4**. Здатність до аналізу, обговорення і оцінювання наукових робіт та проектів в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК5.** Здатність застосовувати відповідні математичні методи, омп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації

для вирішення завдань у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

- **СК7.** Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання;
- **СК9.** Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- **СК11.** Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем;
- **СК14.** Здатність демонструвати розуміння вимог до надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.

та результатів навчання:

- **ПР06.** Уміти прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **ПР08**. Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень;
- **ПР09.** Уміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;
- **ПР14.** Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини;
- **ПР16.** Уміти застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та інформаційно- вимірювальної техніки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

– **знати**: особливості побудування та експлуатації мехатронних та робототехнічних систем в промисловості та транспорті.

- вміти: застосовувати отримані знання для вирішення інженерних завдань при розробці, виробництві і експлуатації сучасних мехатронних і робототехнічних пристроїв і систем в промисловості та транспорті.

4.Тематичний план дисципліни

Змістовий модуль 1 “ Мехатронні та робототехнічні системи – ч. I “ (60 годин/2,0 кредита)

Тема 1. Передумови розвитку мехатроніки та області застосування мехатронних систем.

Тема 2. Концепція побудови мехатронних систем. Визначення і термінологія мехатроніки.

Тема 3. Структура і принципи інтеграції мехатронних систем

Тема 4. Мехатронні модулі руху. Мотори-редуктори.

Тема 5. Мехатронні модулі обертального руху на базі високомоментних двигунів.

Тема 6. Мехатронні модулі лінійного руху.

Тема 7. Мехатронні модулі типу "двигун - робочий орган"

Тема 8. Інтелектуальні мехатронні модулі руху. Контролери руху

Рекомендована література: [1] стор. 13-42, [2-16].

Змістовий модуль 2 “ Мехатронні та робототехнічні системи – ч. II (60 годин/2,0 кредита)

Тема 9. Силові мехатронні модулі

Тема 10. Інтелектуальні сенсори мехатронних модулів і систем

Тема 11. Сучасні мехатронні системи. Мобільні роботи для інспекції та ремонту підземних трубопроводів.

Тема 12. Лазерний робототехнологічних комплекс.

Тема 13. Робототехнологічних комплекс механообработки.

Тема 14. Технологічні машини - гексапод.

Тема 15. Транспортні мехатронні засоби

Тема 16. Робототехнічні системи в немашинобудівних галузях техніки

Рекомендована література: [1] стор. 43-61, [2-16].

5. Освітні технології

Реалізація компетентносного підходу передбачає широке використання в навчальному процесі здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти традиційних освітніх технологій в поєднанні з активними та інтерактивними формами проведення занять. Питома вага занять, що проводяться в інтерактивних формах, складає не менше 80% аудиторних занять.

В рамках вивчення даної дисципліни використовуються:

- мультимедійні освітні технології: інтерактивні лекції (презентації) з використанням програми MSPowerPoint в поєднанні з анімацією і звуковим супроводом; перегляд відеороликів за окремими пунктами тем занять, використання електронних посібників;
- діалогові технології: організація групових дискусій, використання «мозкового штурму».

Особливості проведення занять для осіб з обмеженими можливостями здоров'я:

У викладанні дисципліни можуть бути використані наступні адаптивні технології:

– інтернет-технології та дистанційне навчання - для здобувачів з порушеннями опорно-рухового апарату;
– диференційоване навчання, використання допоміжних пристроїв та технології тьюторського супроводу - для людей з вадами зору та слуху.

Підбір та розробку навчальних матеріалів можна надавати в різних формах: для здобувачів з вадами слуху інформацію можна представляти візуально, з порушенням зору - аудиально. Для осіб з вадами зору зображення дрібних об'єктів можна представляти у формі презентацій. Спілкування викладачів зіздобувачами можна здійснювати за допомогою дистанційних технологій (мережі Інтернет, електронної пошти). Вибір місць виконання практичних завдань здійснюється з урахуванням з обмежених можливостей здоров'я того, хто навчається.

6. Політика і процедури

При вивченні дисципліни «Електромехатронні, робототехнічні системи» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.

2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.

3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.

4. Брати активну участь в навчальному процесі.

5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

7. Порядок оцінювання результатів навчання

Рівень сформованості кожної компетентності на різних етапах її формування в процесі освоєння даної дисципліни оцінюється в ході поточного та підсумкового контролю успішності та представлений різними видами оціночних засобів. Сформованість рівня компетентності не нижче порогового є підставою для допуску аспіранта до проміжної атестації з даної дисципліни.

Сукупний результат визначається як середнє арифметичне значення оцінок за всіма видами поточного контролю. Враховуються також відповіді аспіранта на питання з відповідних видів занять при поточному контролі – співбесіда, групова дискусія.

Критерії оцінювання співбесіди (усного опитування), розбору конкретних ситуацій:

– Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який повно і розгорнуто відповів на питання.
– Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який повно відповів на питання.
– Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який неповно відповів на питання.
– Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, не відповів на питання.

Критерії оцінювання групової дискусії, круглого столу:

– Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював і аргументовано відстоював свою точку зору.

– Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював свою точку зору.
– Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який брав участь в обговоренні, відповідав на запитання.
– Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, який не брав участі в обговоренні, не відповідав на запитання.

Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Підсумкова оцінка студента за семестр визначається наступним чином:

$$O_{підсумкова} = 0{,}8 * O_{поточна} + 0{,}2 * O_{екзамен}$$

$O_{екзамен}$ - бальна оцінка за екзаменаційну роботу (у діапазоні від 0 до 100 балів)

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

– участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
– підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Набрана сума балів переводиться в національну 4-балову та в шкалу за системою ECTS у такий спосіб:

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
A	Відмінно (зараховано) *	90-100
B	Дуже добре (зараховано) *	80-89
C	Добре (зараховано) *	71-79
D	Задовільно (зараховано) *	61-70
E	Достатньої (зараховано) *	50-60
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання (незараховано)*	30-49
F	Незадовільно з обов’язковим повторним курсом (незараховано) *	0-29

Зразок екзаменаційного білету

Білет №_____

1.1. Визначення та и термінологія мехатроніки.

1.2. Надати опис та характеристику інтелектуальних сенсорів мехатронних систем

1.3. Навести блок-схему контролеру руху

Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь, навичок в процесі освоєння ОНП

Змістовий модуль №1

1. Визначення та и термінологія мехатроніки.
2. Навести методологічну основу розробки мехатронних систем.
3. Навести критерії якості мехатронних систем
4. Навести загальні характеристики зовнішніх середовищ мехатронних систем
5. Навести основні складові мехатронної системи
6. Навести інформаційні та енергетичні потоки в мехатронної системі
7. Навести блок-схему традиційної машини з комп'ютерним керуванням
8. Навести порівняльний аналіз мехатронного та традиційного підходів до проектування модулів
9. Навести суть мехатронного підходу до проектування
10. Навести схему розвитку мехатронних модулів руху
11. Навести конструктивне виконання черв'ячного мотор-редуктору
12. Навести конструкцію та загальний вид мехатронного модулю кутового руху
13. Навести конструкцію та загальний вид мехатронного модулю лінійного руху
14. Навести конструкцію та загальний вид мехатронного модулю типу «двигун – робочий орган»
15. Надати загальну структуру однокоординатного мехатронного модулю
16. Надати структуру та характеристику системи керування функціональними рухами
17. Навести блок-схему контролеру руху

Змістовий модуль №2

1. Надати опис та характеристику інтелектуальних сенсорів мехатронних систем
2. Надати блок-схему двох координатного акселерометра. Принцип роботи

3. .Перерахувати схеми роботизованих операцій для інспекції та ремонту підземних трубопроводів
4. Мобільний робот як мехатронна система
5. Робототехнічний комплекс для вирізання складних контурів
6. Перерахувати функції блока керування робототехнічного комплексу для вирізання складних контурів
7. Робототехнічний комплекс механообробки
8. Надати опис пристрою силомоментного очувстлення обототехнічного комплексу механообробки
9. Надати блок-схему комплексу програмування рухів
10. Технологічні машини – гексаподи
11. Транспортні мехатронні засоби. Загальна характеристика
12. Мотор-колесо – основа транспортних мехатронних засобів
13. Мехатронні системи для гірничої справи
14. Мехатронні системи для металургії
15. Мехатронні системи для будівельної промисловості
16. Мехатронні системи для агропромислового сектору
17. Мехатронні системи в медицині

8. Література для вивчення дисципліни

№ п/п	Назва підручника (посібника), автор, видавництво, рік видання	Кількість примірників і бібліотеці ЗВО/кафедри
	Базова	
1.	Подураев Ю.В. Основы мехатроники: Учебн. пособие. –М.: МГТУ “СТАНКИН”,2000 –80 с.	0/0
2.	Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. Пособие для студентов вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение, 2007. -256 с.	0/0
3.	Юревич Е.И. Основы робототехники. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.	1/0
4.	Мехатроника / Исии Т., Симояма И., и др., пер. с яп. –М.: Мир, 1988.	1/0
5.	Попов Е.П., Письменный Г.В.. Основы робототехники: Введение в специальность: учебник для вузов – М.: Высш. шк., 1990.	0/0
6.	Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: Пер. с англ.-М.: Мир,1989. -624 с.	0/0
7.	Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. -320 с.	0/0
8.	Интеллектуальные робототехнические системы: учеб пособие для студентов вузов. – М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2005. – 208 с.	0/0

9.	О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев. Конструирование мехатронных модулей: учебник. М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004, 306с.	0/0
10.	Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: В 3 кн./ Е.И. Воробьёв, О.Д. Егоров, С.А. Попов. –М.: Высш. шк., 1988.	1/0
11.	Робототехника и ГАП в 9-и кн., Кн. 2, Приводы робототехнических систем, Кн. 9, Лабораторный практикум по робототехнике; Под ред. И.М. Макарова – М.: Высш. шк., 1986.	0/0
12.	Сінчук І.О., Гузов Е.С., Сінчук О.М., Якимець С.М., Мельник О.Е Тяговий електротехнічний комплекс постійного струму з IGBT-перетворювачами та керуванням по системі багатьох одиниць / Технічна електродинаміка: тематичний випуск [«Силова електроніка та енергоефективність»]. – 2010. – Ч. 1. – С.90-92. (Фахове видання).	0/1
13.	Сінчук О.М., Синчук І.О., Федорченко Н.А., Литвинський Л.Б., та ін. всього 6 осіб Енергозберігаюче керування електротехнічними та енергетичними комплексами і системами / Монографія. Кременчук: Вид. ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.	1/1
14.	Синчук О.Н., Синчук І.О., Гузов Э.С. Баулина М.А. Скапа Е.И. Рудничный гибридный электровоз с асинхронным приводом и автоматизированным управлением / Електромеханічні і енергозберігаючі системи : науково-виробничий журнал – Кременчук.– 2012. – Вип. 2/2012(20). – С.95 – 101. (Фахове видання).	0/1
15.	Сінчук О.М., Синчук І.О., Федорченко Н.А., Мельник О.Є., та ін. всього 6 осіб / Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами (лист №14/18г-1667 від 11.08.10) Навчальний посібник з грифом МОНМСУ Кременчук: Вид. ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.	0/1
16.	О.М. Сінчук., Синчук І.О., Бойко С.М., Луценко І.А., Ткаченко Г.І. Відновлювані джерела електричної енергії (аналіз, перспективи, проекти) / Монографія Монографія; під ред. д.т.н., проф. О.М. Сінчука. - Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2014. – 192 с.	0/1
Допоміжна		
17.	В.А. Лопота, Е.И. Юревич. Миниатюризация и интеллектуализация техники – глобальная тенденция XXI века. Микросистемная техника, №1, 2003.	0/0
18.	Подураев Ю.В., Кулешов В.С. Принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем // Мехатроника. 2000. №1. С.5-15.	0/0
19.	Смирнов А.Б. Мехатронные системы микроперемещений. Мехатроника, Автоматизация, Управление, № 6, 2004.	0/0
20.	Дьяченко В. А., Смирнов А. Б. Пьезоэлектрические системы мехатроники. Мехатроника, Автоматизация, Управление, № 2, 2002.	0/0
21.	Юревич Е. И., Игнатова Е. И. Основные принципы мехатроники. Мехатроника, Автоматизация, Управление, №3, 2006.	0/0