

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи студентів  
і завдання до контрольних робіт

з курсу

## **«Вакуумна техніка»**

*(для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання  
напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»  
спеціальності «Світлотехніка і джерела світла»)*

**ХАРКІВ  
ХНАМГ  
2013**

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів і завдання до контрольних робіт з курсу «ВАКУУМНА ТЕХНІКА» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Світлотехніка і джерела світла») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Є. В. Шепілко. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 15 с.

Укладач: Є. В. Шепілко

Рецензент: доц. В. М. Ткаченко

Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла,  
протокол № 5 від 26.01.2010 р.

## Зміст

	Стор.
1. Загальні організаційно-методичні вказівки до самостійної роботи .....	4
2. Інформаційно-методичне забезпечення вивчення курсу .....	4
3. Зміст дисципліни й запитання для самоперевірки .....	5
4. Завдання й вимоги до оформлення контрольної роботи .....	9
Додаток .....	13

## 1. Загальні організаційно-методичні вказівки до самостійної роботи

Самостійна навчальна робота студента складається з поглибленого вивчення матеріалу курсу в рамках лекційних тем, лабораторного практикуму й вивчення основної і додаткової літератури.

Предметом вивчення в дисципліні є фізичні явища й закони створення вакууму; будова й принцип роботи вакуумних насосів, фізичні основи й практичні засоби вимірювання вакууму; вакуумні системи й пристрої.

У результаті вивчення курсу «Вакуумна техніка» студенти повинні **знати**: теоретичні основи й практичні засоби створення вакууму; фізичні основи й технічні рішення вимірювання й оцінки вакууму.

А також **мати навички**: практичного створення й вимірювання вакууму; утримання вакууму; проведення розрахунків елементів вакуумних систем і пристроїв відповідно до вимог реальних розробок електровакуумних приладів і пристроїв світлотехнічного виробництва.

## 2. Інформаційно-методичне забезпечення вивчення курсу

Питання, що вивчають у курсі, найбільш широко представлені в наступних літературних джерелах:

Бібліографічні описи, Інтернет адреси	Теми, де застосовують
<b>1. Основна література</b> (підручники, навчальні посібники, інші видання)	
1. Довідкова книга зі світлотехніки / під ред. Ю. Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 2007.	1.1, 1.4
2. Пипко А. И. та ін. Конструювання і розрахунок вакуумних систем. – М.: Энергія, 1988.	1.4
3. Шепілко Є. В. Конспект лекцій. – Х.: ХНАМГ, 2005.	1.1-1.4
4. Ворончев Т. А., Соболев Д. В. Фізичні основи електровакуумної техніки. – М.: Высш. шк., 1967.	1.1, 1.2, 1.3
5. Розанцев Л. Н. Вакуумна техніка. – М.: Высш. шк., 1990.	1.1, 1.2, 1.3
6. Королев Б. И. і ін. Основи вакуумної техніки. – М.: Наука, 1975.	1.1-1.4
<b>2. Додаткові джерела</b>	
1. Дэшман С. Наукові основи вакуумної техніки. – М.: Энергія, 1964.	1.1, 1.2
2. Пипко А. И. та ін. Основи вакуумної техніки. – М.: Энергія, 1981.	1.3, 1.4
<b>3. Методичне забезпечення</b> (Реєстр методичних вказівок, планів семінарських занять, інструкцій до лабораторних робіт, плакатів, тощо).	
1. Шепілко Є. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт. – Х.: ХНАМГ, 2007.	1.1-1.4

### 3. Зміст дисципліни й запитання для самоперевірки

**Тема 1.** Вступна лекція: короткий історичний огляд розвитку вакуумної техніки, її місце у виробництві й експлуатації джерел світла, елементів мікроелектроніки оптичних квантових генераторів світла, криогенної техніки й дослідження космосу. Визначення вакууму і його ступенів, основні види й блок-схеми вакуумних систем, що застосовують у світлотехнічному виробництві.

#### *Запитання для самоперевірки*

1. Дати визначення, що називають вакуумом, які ступені він має.
2. Дати визначення, що називають вакуумною системою, пояснити з яких елементів складається вакуумна система.
3. Як вакуум використовують у світлотехнічному виробництві.
4. Чому без створення вакууму неможливо виробити джерела світла?

**Тема 2.** Головні параметри, що характеризують стан газу, опис станів газу. Поняття тиску й температури. Електричні методи вимірювання температури. Метод електричного опору. Термопарний метод. Поняття «газ» і «пара». Закони ідеальних газів: закон Бойля-Маріотта; закон Гей-Люссака; закон Шарля; об'єднаний газовий закон Менделєєва-Клапейрона. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Елементи молекулярнокінетичної теорії газів. Основне рівняння молекулярнокінетичної теорії. Рівняння Больцмана. Дослід Кантора. Барометрична формула. Максвелловський розподіл швидкостей молекул газу. Швидкості молекул газу. Число молекул, що ударяються об стінку. Середня довжина вільного пробігу молекул. Ефузія. Закон Грехема. Термічна ефузія.

#### *Запитання для самоперевірки*

1. Дати визначення головних параметрів, що характеризують стан газу.
2. Що називають температурою газу, які електричні методи вимірювання температури існують?
3. У чому полягає головна сутність вимірювання температури методом електричного опору?
4. Що називають термопарою, які властивості має термопара?
5. У чому полягає головна сутність вимірювання температури термопарним методом?
6. Дати визначення, що називають газом. Дати визначення, що називають парою, в чому полягає головна відмінність газу від пари?
7. Записати й пояснити закон Бойля-Маріотта. Чому цей закон ще називають ізотермічним? Навести графічний вигляд цього закону.
8. Записати й пояснити закон Гей-Люссака. Навести графічний вигляд цього закону.

9. Записати й пояснити об'єднаний газовий закон Менделєєва-Клапейрона.
10. Записати й пояснити закон Авогадро.
11. Записати й пояснити закон Дальтона. Чи справджується цей закон для неідеальних газів?
12. Навести основні положення молекулярнокінетичної теорії газів.
13. Записати й пояснити основне рівняння молекулярнокінетичної теорії.
14. Записати й пояснити рівняння Больцмана.
15. Пояснити досвід Кантора, що він підтверджує.
16. Записати й пояснити вираз, що визначає число молекул, які ударяються об стінку.
17. Привести визначення середньої довжини вільного пробігу молекул.
18. Сформулювати закон Грехема.
19. Дати визначення, яке явище називають ефузією та термічною ефузією.

**Тема 3.** Явища переносу в газах. Теплопровідність газів. Закон Фур'є. Дифузія в газах. Закон Фіка – основний закон дифузії. В'язкість газів. Течія газу через вакуумні магістралі. Число Кнудсена. Ступені вакууму. Режими течії газів. В'язкісний режим. Молекулярний режим. Порівняння двох режимів течії газу. Перепускна властивість вакуум проводів. Провідність вакуум проводів (в'язкісний режим). Провідність вакуум проводів (молекулярний режим). Провідність вакуум проводів (в'язкісномолекулярний режим).

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Дати визначення теплопровідності газів, записати й пояснити закон Фур'є.
2. Дати визначення дифузії в газах, записати й пояснити закон Фіка.
3. Дати визначення в'язкості газів, записати й пояснити закон переносу імпульсу в газах.
4. Дати визначення потоку газу й режимів течії газу.
5. Який режим називають в'язкісним, за якими параметрами він визначається?
6. Який режим називають молекулярним, за якими параметрами він визначається?
7. Що називають провідністю вакуум проводів, від яких параметрів вона залежить?

**Тема 4.** Основні визначення фізико-хімічних явищ при низьких тисках оточуючих газів. Визначення переходів між фізичними станами речовини. Тиск насиченої пари. Швидкість випарювання або сублімації речовини. Закономірності насиченої пари. Особливості конденсації. Принцип холодної стінки. Використання явищ випарювання й конденсації у вакуумній техніці. Запилення

тонких плівок твердої речовини. Дистиляція у вакуумі. Дифузійні насоси. Лампи розжарення. Відкачка електровакуумних приладів. Хімічні явища у вакуумі. Стійка і нестійка рівновага. Види хімічних реакцій. Закон Лью Шательє. Перший наслідок (вплив зміни температури). Другий наслідок (вплив зміни тиску). Використання в джерелах світла. Кругова реакція нагрітого вольфраму. Дисоціація азидів луго-земельних металів. Сорбційні явища. Сорбція і її види. Фізична адсорбція і її головні закономірності. Приклади фізичної адсорбції. Хімічна адсорбція. Абсорбція газів металами. Дифузія газів через метали. Поглинання газів при електричному розряді. Закони газовиділення металами. Газопоглиначі. Газопоглиначі, що випарюються. Газопоглиначі, що не випарюються. Знегаження скла й металів.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Яку температуру називають критичною? Який стан газу називають парою?
2. Які закономірності притаманні насиченій парі?
3. В чому суть принципу холодної стінки?
4. Яке явище називають сорбцією? Види сорбції, їх закономірності.
5. При яких умовах відбувається газопоглинання, газовиділення речовин?

**Тема 5.** Теоретичні основи процесу відкачки. Процес створення вакууму і головні параметри вакуумних систем. Швидкодія насоса. Швидкість відкачки об'єкта. Потік газу. Головне рівняння вакуумної техніки. Техніка отримання вакууму. Вакуумні насоси. Головні параметри вакуумних насосів. Розрахунок швидкодії вакуумного насоса. Експериментальне визначення швидкодії насоса. Метод постійного об'єму. Метод постійного тиску. Класифікація вакуумних насосів. Насоси, що працюють на основі закону Бойля-Маріотта. Поршневий насос. Крапельний ртутний насос. Обертний ртутний насос Геде. Пластинчатороторний насос. Параметри пластинчато-роторних насосів. Пластинчато-статорний насос. Золотникові насоси.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Головні параметри вакуумних систем, що характеризують процес відкачки.
2. Вивести основне рівняння вакуумної техніки, проаналізувати його.
3. Класифікація вакуумних насосів за ступенем створеного вакууму.
4. Будова й принцип роботи пластинчато-роторних насосів.
5. Будова й принцип роботи пластинчато-статорних насосів.
6. Будова й принцип роботи золотникових насосів.
7. Провести порівняльний аналіз на переваги і недоліки обертних насосів.

**Тема 6.** Обертові насоси (продовження). Масло для обертових насосів. Вказівки при роботі з обертовими масляними насосами. Розміщення насосів. Запуск насоса. Вимикання обертового насоса. Обертові газо-баластні насоси. Багатопластинчаті насоси. Дваторторний насос Рутса. Молекулярний обертовий насос. Молекулярний насос Гольвека. Насос Зігбана. Турбомолекулярні насоси. Переваги і недоліки механічних молекулярних насосів. Парострумінні насоси. Парострумінний насос Геде. Дифузійно-конденсаційний насос Ленгмюра. Парортутні дифузійні насоси. Металеві парортутні дифузійні насоси. Течія газів через трубопровід змінного діаметра. Рівняння Бернуллі. Двоступінні металеві парортутні насоси. Переваги і недоліки парортутних насосів. Паромасляні насоси. Робочі рідини для паромасляних насосів. Металевий розгінний паромасляний насос. Зауваження до роботи з парострумінними насосами. Запуск і зупинка парострумінних насосів. Насоси високого вакууму. Іонні насоси. Металеві іонні насоси. Скляний іонносорбційний насос. Магніторозрядний іонносорбційний насос. Кріогенні адсорбційні насоси.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Вимоги до масла обертових насосів. Вимоги до послідовності вмикання і вимикання обертових насосів.
2. Принцип роботи газо-баластних насосів.
3. Будова й принцип роботи багатопластинчатих насосів.
4. Будова й принцип роботи дваторторного насосу Рутса.
5. Будова й принцип роботи молекулярних обертових насосів.
6. Будова й принцип роботи насосу Зігбана.
7. Будова й принцип роботи турбомолекулярного насосу.
8. Переваги і недоліки механічних молекулярних насосів.
9. Будова й принцип роботи парострумінного насосу.
10. Будова й принцип роботи металевих парортутних дифузійних насосів, недоліки і переваги.
11. Робочі рідини для паромасляних насосів, вимоги та властивості.
12. Будова й принцип роботи металевих розгінних паромасляних насосів.
13. Насоси високого вакууму, будова й принцип роботи іонних насосів.
14. Будова й принцип роботи магніторозрядних іонносорбційних насосів.
15. Адсорбційні насоси. будова й принцип роботи кріогенних адсорбційних насосів.

**Тема 7.** Вимірювання низьких тисків. Класифікація манометрів. Деформаційні манометри. Рідинні манометри. Компресійний манометр Мак-Леода. Методи градування манометра Мак-Леода. Лінійне градування. Квадратичне градування. Теплові манометричні перетворювачі. Манометр опору. Термопарний манометричний перетворювач ЛТ-2. Іонізаційні манометричні перетворювачі. Іонізаційний манометр Байярда-Альперта. Радіоактивний манометр (альфатрон). Груба оцінка вакууму.



### **Запитання для самоперевірки**

1. Класифікація манометрів для вимірювання низьких тисків.
2. Будова й принцип роботи деформаційних манометрів.
3. Будова й принцип роботи рідинних манометрів.
4. Будова й принцип роботи компресійного манометру Мак-Леода.
5. Методи градуювання манометра Мак-Леода. Лінійне градуювання.
6. Методи градуювання манометра Мак-Леода. Квадратичне градуювання.
7. Будова й принцип роботи манометру опору.
8. Будова й принцип роботи терморного манометру.
9. Будова й принцип роботи іонізаційного манометру.
10. Будова й принцип роботи радіоактивного манометру (альфатрон).
11. Переваги і недоліки манометрів низького, середнього й високого вакууму.
12. Яким чином можна грубо оцінити ступені вакууму.

*Тема 8.* Вимірювання парціальних тисків. Мас-спектрометри з магнітним розподілом іонів. Омегатрон. Тропатрон. Вакуумні системи й елементи їх розрахунку. Основні елементи вакуумних систем. Типові вакуумні системи. Розрахунок провідності вакуум проводу й тривалості відкачки вакуумної системи.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Який тиск називають парціальним, способи вимірювання парціальних тисків?
2. Будова й принцип роботи мас-спектрометру з магнітним розподілом іонів.
3. Будова й принцип роботи омега трону.
4. Будова й принцип роботи тропа трону.
5. Що необхідно знати для проведення розрахунку провідності вакуум проводу й тривалості відкачки вакуумної системи.

### **4. Завдання й вимоги до оформлення контрольної роботи**

Контрольна робота охоплює теоретичний матеріал курсу й полягає в письмовій розгорнутій відповіді на два запитання відповідно до варіанта.

Номер варіанта контрольного завдання вибирають за номером залікової книжки й табл. 1 Додатка на перетині рядка, відповідного останній цифрі номера залікової книжки й стовпця, відповідного передостанній цифрі цього номера.

За вибраним варіантом у табл. 2 Додатка визначають номери запитань контрольної роботи.

*Контрольну роботу оформлюють наступним чином:*

1. На обкладинці зошита контрольної роботи вказати прізвище, ім'я та по батькові студента, курс, групу, спеціальність, шифр, номер залікової книжки й домашню адресу.
2. Для зауважень рецензента на кожній сторінці слід залишити поле не менше 2 см.
3. Умовні позначення й одиниці фізичних величин мають відповідати вимогам ДСП, ЄСКД й СІ.
4. Відповіді слід приводити в тій послідовності, що вказана в таблиці контрольних завдань. Відповідь на кожне запитання слід починати з нової сторінки.
5. Скорочення різного роду у відповідях на запитання не допускаються.
6. У кінці контрольної роботи слід привести оформлений відповідним чином список використаної літератури.
7. Питання, що можуть виникнути, вирішуються консультацією на кафедрі.

### **Запитання до контрольної роботи**

1. Привести визначення понять «пар» і «газ». Як залежить тиск насиченої пари від температури. **Правила вмикання і вимикання обертових і пароструминних насосів.**
2. Визначення числа молекул, що ударяються об стінку.
3. Течія газу через вакуумні магістралі. Провідність вакуум проводів.
4. Параметри насосів і їх визначення.
5. Основне рівняння вакуумної техніки, його аналіз.
6. Визначення швидкодії відкачки й швидкодії насосу.
7. Визначення переходів між фізичними станами речовини. Тиск насиченої пари.
8. Швидкість випаровування або сублімації речовини.
9. Хімічні явища у вакуумі. Стійка і нестійка рівновага.
10. Довжина вільного пробігу молекул і аналіз виразу для визначення.
11. Види хімічних реакцій.
12. Вакуумне масло ВМ-4, вимоги й характеристики.
13. Абсорбція газів металами, її закономірності.
14. Дифузія газів через метали. Поглинання газів при електричному розряді.
15. Закони газовиділення металами.
16. Навести вирази для коефіцієнтів дифузії, теплопровідності, внутрішнього тертя та проаналізувати явища переносу в газах.
17. Газопоглиначі. Газопоглиначі, що випарюються. Газопоглиначі, що не випарюються.

18. Знегаження скла й металів, вимоги й умови.
19. Вимірювання низьких тисків. Класифікація манометрів.
20. Вимірювання парціальних тисків. Будова й принцип роботи приладів.
21. Розрахунок провідності вакуумпровода, елементи вакуумних систем.
22. Призначення окремих вузлів і елементів вакуумної системи.
23. За якими параметрами можливо розрізняти ступені вакууму?
24. Які насоси використовують для отримання середнього вакууму?
25. Будова й принцип роботи пластинчатороторного насосу.
26. Які насоси використовують для створення середнього вакууму, чим вони відрізняються від пластинчатороторного насосу?
27. Головні характеристики обертових насосів, їх приблизні значення, від чого вони залежать.
28. Призначення вакуумного масла й вимоги до його характеристик.
29. Закони, на основі яких побудовані обертові насоси, їх недоліки.
30. Правила експлуатації обертових насосів.
31. Принципові схеми вакуумних систем для створення середнього й високого вакууму.
32. Будова й принцип роботи манометра опору.
33. Будова й принцип роботи термопарного манометра.
34. Будова й принцип роботи термопари.
35. Порядок проведення вимірів за допомогою термопарного манометру.
36. Що називають робочим струмом термопарного манометру?
37. Міркуваннями за якими вибирають діаметр трубки термопарного манометру.
38. Способи визначення робочого струму термопарного манометру.
39. Методи вимірювання величини тиску газу, що знаходиться у вакуумній системі.
40. Межі вимірювання тиску за допомогою термопарного манометру.
41. Рівняння балансу потужності теплових манометричних перетворювачів, його аналіз.
42. Крива відкачки при постійній швидкодії вакуумного насосу – вираз і графічний вигляд.
43. Будова й принцип роботи водоструминного насосу.
44. Будова й принцип роботи пароструминного насосу.
45. Будова й принцип роботи дифузійного насосу.
46. Переваги і недоліки пароструминного й дифузійного насосів.
47. Вид залежності швидкодії дифузійного насосу від тиску газу.
48. Рівняння Бернуллі, пояснення його використання.
49. Будова, принцип роботи й призначення ежектора.
50. Значення головних характеристик дифузійного насосу ММ-40А.
51. Робочі рідини дифузійного насосу, вимоги й характеристики.
52. Визначення газового потоку, його розмірність.
53. Недоліки пластинчато-роторного насосу.

54. Вакуумна система, її складові частини.
55. Розрахувати швидкодію обертового насосу, приєднаного до вакуумної 5 л камери, якщо за 2 с. тиск зменшився в 2,4 рази.
56. Дати визначення газу й пари, насиченої пари та залежність тиску останньої від температури.
57. Пропускна здатність вакуум проводу. Фізичний зміст і розмірність.
58. Будова й принцип роботи золотникового насосу, головні характеристики.
59. Будова й принцип роботи іонізаційного насосу.
60. Що називають температурою газу, які електричні методи вимірювання температури існують?
61. У чому полягає головна сутність вимірювання температури методом електричного опору?
62. Що називають термопарою, які властивості має термопара?
63. У чому полягає головна сутність вимірювання температури термопарним методом?
64. Записати й пояснити закон Бойля-Маріотта. Чому цей закон ще називають ізотермічним? Навести графічний вигляд цього закону.
65. Записати й пояснити об'єднаний газовий закон Менделєєва-Клапейрона.
66. Навести основні положення молекулярнокінетичної теорії газів.
67. Записати й пояснити основне рівняння молекулярнокінетичної теорії. Записати й пояснити рівняння Больцмана.
68. Записати сформулювати й пояснити закон Грехема.
69. Будова й принцип роботи компресійного манометру Мак-Леода.
70. Методи градування манометра Мак-Леода. Манометр Мак-Леода з лінійною шкалою.
71. Манометр Мак-Леода з квадратичною шкалою. Недоліки і переваги компресійного манометру.
72. Яким чином можна грубо оцінити ступені вакууму? Провести аналіз.
73. Визначення числа молекул, що ударяються об стінку. Закон Грехема.

Таблиця 1

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
1	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
2	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
3	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
4	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
5	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
6	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
7	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
8	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
9	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

**Таблиця 2**

Номер варіанту	Номери контрольних завдань	
	1; 51	1
2; 52	2	22
3; 53	3	23
4; 54	4	24
5; 55	5	25
6; 56	6	26
7; 57	7	27
8; 58	8	28
9; 59	9	29
10; 60	10	30
11; 61	11	31
12; 62	12	32
13; 63	13	33
14; 64	14	34
15; 65	15	35
16; 66	16	36
17; 67	17	37
18; 68	18	38
19; 69	19	39
20; 70	20	40
21; 71	74	41
22; 72	55	42
23; 73	56	43
24; 74	57	44

**Продовження табл. 2**

25; 75	45	71
26; 76	46	72
27; 77	47	73
28; 78	48	30
29; 79	49	31
30; 80	50	32
31; 81	51	33
32; 82	52	34
33; 83	53	35
34; 84	54	36
35; 85	55	37
36; 86	56	38
37; 87	57	39
38; 88	58	40
39; 89	59	41
40; 90	60	42
41; 91	61	43
42; 92	62	21
43; 93	63	20
44; 94	64	6
45; 95	65	7
46; 96	66	8
47; 97	67	9
48; 98	68	10
49; 99	69	12
50; 100	70	14

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до самостійної роботи студентів  
і завдання до контрольних робіт  
з курсу

**«ВАКУУМНА ТЕХНІКА»**

(для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання напряму  
підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»  
спеціальності «Світлотехніка і джерела світла»)

Укладач **Шепілко Євген Володимирович**

Редактор *З. М. Москаленко*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2010, поз. 255 М

---

Підп. до друку 18.02.2010

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 0,8

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011р.