

## **ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**Постановка проблемы.** Введение болонского процесса требует увеличения времени самостоятельной работы студентов, что, подразумевает их работу со справочной и методической литературой. С другой стороны, во многих вузах катастрофически не хватает учебников, особенно по специализированным дисциплинам последних лет издания. И если для фундаментальных дисциплин, таких как математика, физика, механика, отсутствие учебников последних лет изданий не очень актуально, то для прикладных предметов, изучающих технологические процессы и которые должны использовать последние достижения науки и техники, отсутствие «свежих» учебников ставит изложение предмета на грань катастрофы. Особенно остро эта проблема стоит перед студентами-заочниками, у которых к отсутствию учебников добавляется проблема невозможности получить оперативно квалифицированную консультацию у преподавателя.

**Постановка задачи.** Формирование цели статьи: выходом из создавшейся ситуации может быть создание компьютерных обучающих программ, которые смогли бы не только компенсировать недостаток методической литературы, но и, в какой-то мере, используя интерактивный метод обучения, отсутствие самого преподавателя.

У авторского коллектива уже был некоторый опыт в создании подобных программ [1].

**Изложение основного материала.** Перед тем, как приступить к составлению компьютерной программы, следовало выяснить, какую цель преследует создаваемая программа. С этой точки зрения, на наш взгляд, существует опасная тенденция: пользуясь практически неограниченными возможностями вычислительной техники можно сделать полностью автоматический расчёт процесса (такой вариант, к слову сказать, и был сделан, но он предназначался для расчётов реальных процессов при проектировании коксохимических заводов и являлся базой для разработки обучающих программ). Этот вариант превратит программу в своеобразный «электронный костыль» для нерадивых студентов, заставив компьютер выполнить все задание за студента. При этом теряется весь педагогический эффект от выполнения таких учебных заданий, как курсовое и дипломное проектирование. Основная задача при выполнении этих учебных заданий является освоение и отработка методики расчёта тех или иных технологических процессов, умение пользоваться методической и справочной литературой. При использовании программ с автоматическим расчётом и выбором справочных данных этот педагогический аспект не срабатывает, поэтому в программу учебной (обучающей) программы по сравнению с расчётной, был внесен ряд изменений:

Во-первых, компьютерная программа (как расчётная, так и учебная) отслеживала вводимые данные и, в случае обнаружения некорректных исходных данных, выводила сообщения об обнаруженных ошибках (рис. 1).

Таблица 3.1.1 Исходные данные для расчёта				
Кажется, у Вас завышенное содержание водорода (поз.4.1)!				
№ п/п	Параметр	Обозначение	Размерность	Числ. значен.
1	2	3	4	5
1	Погрешность расчётов	$\Delta$	%	5
2	Расход сухого коксового газа	$V_T^0$	нм <sup>3</sup> /ч	120000
3	Скорость коксового газа в газопроводе	$\omega_T$	м/с	15
4	Состав сухого коксового газа:		% об.	
4.1	Водород	$H_2$		75,0
4.2	Метан	$CH_4$		25,5
4.3	Оксид углерода	$CO$		5,7
4.4	Непредельные углеводороды	$C_nH_n$		2,5
4.5	Диоксид углерода	$CO_2$		2,2
4.6	Азот	$N_2$		3,5
4.7	Кислород	$O_2$		0,6
	Итого			115,0
	Мольные объёмы коксового газа			

Внимание! Заполнять следует только неокрашенные ячейки! Окрашенные ячейки заполняются автоматически!

Кажется, у Вас завышенное содержание водорода (поз.4.1)!

Внимание! У Вас невязка баланса!

Рис. 1. Вывод предупреждения об ошибках ввода исходных данных

Под некорректными данными следует понимать как пропущенные исходные данные, так и ввод данных, значения которых выходили за общепринятые рамки. При этом, в случае необходимости, компьютер может выдать справочные данные.

Во-вторых, хотя компьютерная программа и производила расчёты всего процесса, студенту приходилось самому производить расчёты и полученные данные вводить в компьютер. Если разница между данными, полученным студентом и рассчитанным компьютером, не превосходила некое наперед заданное значение (которое устанавливал преподаватель в таблице исходных данных и которое можно было изменять), студент мог продолжать свои расчёты. В противном случае все дальнейшие попытки продолжить расчёты будут блокироваться. Более того, в этом случае исчезнут все численные значения, входящие в формулы и пояснительные надписи под формулами, заставляя студента искать эти значения в исходных данных и уже выполненных расчётах.

В-третьих, в программу были внесены изменения, позволяющие выводить на экран справочные данные. Однако по запросу выводилось множество избыточной информации для того, чтобы научить студента отыскивать среди множества справочных данных необходимые значения.

Таким образом, основные воспитательно-педагогические моменты, присутствующие при выполнении курсовых работ при использовании разработанной учебной программы остаются. При этом студент экономит время на оформлении работы (и её распечатке), а сэкономленное время можно использовать для просчёта других вариантов выполнения того же технологического процесса и из них выбрать оптимальный. Конечно, важность умения правильного оформления расчётной работы никто отрицать не берется, но когда на кону стоит вопрос: что важнее – отработать методику расчёта *нескольких* технологических процессов или красиво оформить выполненную работу на тему только *одного* процесса, наверное, следует отдать предпочтение первому. В принципе, конечно, можно вывести итоги программы в таком виде, чтобы студенту пришлось самому оформлять все расчёты, но на это потребуется время, которое можно было бы потратить на освоение методик расчёта других технологических процессов.

В качестве базы для разработки программы использованы электронные таблицы Microsoft Excel, достоинства которых уже обсуждались на страницах этого сборника [1].

Особенности электронных таблиц Microsoft Excel таковы, что не составляет особого труда «состыковать» между собой несколько программ, используя, например, выходные данные одной из них в качестве исходных данных для другой. Такой вариант предусмотрен в разработанной программе. При этом можно параллельно подключать несколько

программ, описывающих работу одного и того же технологического подразделения, но выполненного по разным схемам. А это, в свою очередь, приводит к важным последствиям: можно создать набор («библиотеку») программ по расчёту типовых технологических подразделений коксохимических предприятий, в которые заложить все известные зависимости между показателями исходного сырья, технологических режимов и качеством получаемого кокса. Тогда можно из них, как из кубиков, создать виртуальный коксохимический (а в идеале – любой) завод и на полученной модели отработать все мыслимые технологические конфигурации данного предприятия с учётом перспективной сырьевой базы. А если учесть, что к ним можно присоединить ещё и экономические программы (такой опыт был приобретен в ходе выполнения дипломных работ в НТУ «ХПИ» [2]), можно получить прогноз количества и качества готовой продукции и выбрать экономически обоснованную технологическую схему предприятия.

При этом, конечно, следует отдавать себе отчет в том, что компьютерные программы, написанные на базе электронных таблиц Microsoft Excel, будут несколько более громоздкими, и занимать, соответственно, больший объем оперативной памяти. Это может отрицательно сказаться на работе системы, однако положительные аспекты использования электронных таблиц при рационально написанной программе могут в значительной мере компенсировать указанные недостатки. Кроме того, к недостаткам электронных таблиц следует отнести периодическую остановку работы программы для перезаписи данных, необходимых в дальнейшем для автовосстановления. Однако эту проблему можно частично решить, увеличив периодичность перезаписи, а выгоды от использования электронных таблиц Microsoft Excel очевидны.

Поскольку, как уже отмечалось выше, обучающая программа базировалась на разработанной расчётной программе [3], остановимся лишь на некоторых особенностях именно обучающей программы.

Основой работы обучающей программы является сравнение данных, полученных студентом расчётным путем, с теми данными, которые рассчитал компьютер. Для этого была разработана типовая подпрограмма, которая проводила эту процедуру. Её можно разделить на три части:

1) Часть, которая ставит вопрос студенту. Она, как правило, состоит из текстовой части и ячейки, которую следует ввести результаты вычислений, выполненных студентом. На рис. 2 это текстовая часть вопроса на полях и ячейка AM22:AP22 ярко-зеленого цвета, куда следует ввести ответ.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Row 11:**  $(c_2 - c_1)$
- Row 12:** (Empty)
- Row 13:** где:  $V_r^0$  – объемный расход сухого коксового газа - 120000  $\text{нм}^3/\text{ч}$ ;
- Row 14:**  $a_1$  – содержание сероводорода в газе до абсорбера - 18  $\text{г}/\text{м}^3$ ;
- Row 15:**  $a_2$  – содержание сероводорода в газе после абсорбера, которое
- Row 16:** определяется по формуле:
- Row 18:** 
$$a_2 = \frac{a_1(100 - \eta_{\text{H}_2\text{S}})}{100 \times 1000} \quad (3.2-3)$$
- Row 21:**  $\eta_{\text{H}_2\text{S}}$  – степень абсорбции сероводорода - 85 %;
- Row 23:** 
$$a_2 = \frac{18 \times (100 - 85)}{100 \times 1000} = 0,0027 \text{ кг}/\text{нм}^3$$
- Row 25:** об об со, ст ст 18  $\times 127 \text{ кг}/\text{нм}^3$
- Row 27:**  $c_1$  – концентрация сероводорода в поглотельном растворе, поступающем в абсорбер, определяется по содержанию в нем  $\text{H}_2\text{S}$  по формуле:
- Row 28:** (Empty)
- Row 29:** (Empty)

On the right side, there is a section titled "Поля для расчётов" (Fields for calculations) with a grid of cells. A specific cell (AM22:AP22) is highlighted in green and contains the value "0,00270" with units "кг/нм³".

Рис. 2. Общий вид типовой подпрограммы, определяющей правильность введенных данных

2) Часть, которая проверяет правильность ответа. Она состоит из ячейки, куда выводится правильный ответ (на рис. 2 – ячейка AC25). Рядом с ней находится ячейка, в которой происходит расчёт диапазона допустимого «разбега» (запись в ячейке имеет вид «=AC25\*Исходные данные для расчёта!\$V\$11/100», где Исходные данные для расчёта!\$V\$11 – заданный процент погрешности, записанный в ячейку V11 страницы «Исходные данные»). Далее находятся ячейки, в которых записаны верхняя и нижняя границы допустимых расчётных значений определяемого параметра (ячейки AF25 и AG25). В ячейке AN25 происходит сравнение данных, введенных в ячейку AM22:AP22 (запись в ячейке «=ЕСЛИ(И(AM22>=AF25;AM22<=AG25);1;0)», что означает, что если численное значение ячейки AM22 больше или равно нижнему допустимому значению искомого параметра (ячейка AF25) либо меньше или равно верхнему значению этого параметра (ячейка AG25), то ячейка AN25 принимает значение, равное 1, если нет – 0. Таким образом, ячейка AN25 является сигнализатором правильности введенного студентом ответа.

3) Часть, реагирующая на правильность ответа. Она состоит из сообщения о том, что введенные данные не соответствуют допустимым границам рассчитываемого параметра (запись в ячейке «=ЕСЛИ(AN25=1;" ":"Внимание! Содержание сероводорода в газе после абсорбера определено неправильно!")», что означает, если значение ячейки AN25 равно единице, содержание ячейки не несет никакой информации («пустое» сообщение: " "), в противном случае появляется соответствующее сообщение об ошибке в расчётах). Кроме того, изменяется сам вид расчётной формулы (исчезают цифры в формуле – рис. 3) и, дабы не давать подсказки студенту, изменяются пояснительные надписи к формулам – в них исчезают конкретные цифровые данные.

Ячейка Z25 является своеобразным «контролером», отслеживающим правильность введенных текущих и предыдущих данных и представляет собой произведение значений ячейки AN25 и ячейки Z... предыдущего ответа. Поскольку ячейка Z... предыдущего ответа соединена с аналогичной ячейкой пред-предыдущего ответа (а она, соответственно с пред-пред-предыдущим и т.д.), то неправильный ответ на одном из этапов расчёта приведет к автоматической индикации неправильности ответов на все последующие ответы со всеми вытекающими из этого последствиями (исчезновениями расчётных формул, пояснительных надписей и т.п.).

Рис. 3. Изменение в записях расчётов в случае ввода неправильных расчётных данных

Естественно, что большинство указанных ячеек скрываются стандартной процедурой. Таким образом, дальнейшее проведение расчётов прерывается до внесения результатов, удовлетворяющих допустимым отклонениям. В итоге, эффект от работы с программой

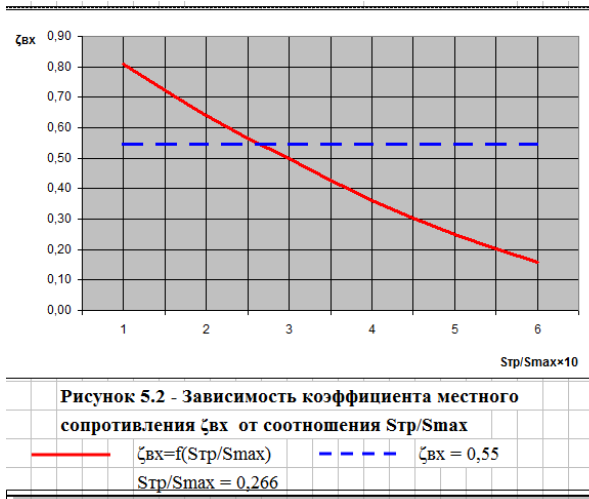
будет практически такой же, как от работы с обыкновенной методичкой, но в отличие от последней, студент будет сразу информирован о допущенной ошибке и программа не даст продолжать расчёты без её исправления. Таким образом, достигается эффект присутствия наставника, который не даст провести расчёт объекта заведомо неправильными промежуточными расчётами, что в какой-то мере может заменить отсутствие преподавателя-консультанта (что особенно важно для студентов-заочников).

Строки, в которых находятся такая подпрограмма, выделены желтым цветом (чтобы они «бросались» в глаза, если по какой-либо причине не были скрыты ранее). Кроме того, чтобы эти строки не «вывалились» при перезаписи программы с компьютера на компьютер, каждый лист защищен паролем. Это мероприятие также предотвращает попытки некоторых «продвинутых» студентов открыть программу и подсмотреть правильное решение. С этой же целью из командной строки убраны все формулы.

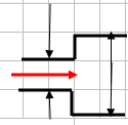
Кроме того, работа по расчёту параметров технологических подразделений немислима без использования разнообразного справочного материала. Безусловно, можно было бы отослать студента к библиографии – и пусть он сам копается в массе доступной информации (Интернет, библиотеки и т.п.) – возможно это и единственно правильный путь. В случае чего, компьютер проверит вводимую информацию и забракует недостоверную. Но! Как уже отмечалось выше, во многих библиотеках отсутствует необходимая литература. Конечно, во многом спасает положение Интернет, однако следует отдавать себе отчёт, что он еще не везде и не всем доступен, да и пользоваться им еще надо уметь. Особенно это относится к студентам-заочникам, живущим на периферии. Кроме того, имея современный компьютер, будет нелепо искать ещё какой-либо источник информации. Поэтому в разработанную компьютерную программу внесены необходимые справочные данные. Но вот вопрос их размещения является для авторов пока ещё дискуссионным. О том, что количество справочной информации должно быть избыточным, сомнений не вызывает – в реальной жизни специалисту приходится выбирать необходимые данные из массы справочной литературы и надо приучать его к мысли, что необходимые данные ему никто «на блюдечке» не преподнесет. Вопрос стоит о размещении справочных материалов: можно вынести их на отдельную электронную страницу и всю сразу, поэтому перед студентом станет в полный рост проблема найти среди множества информации необходимую именно в данном случае. С другой стороны, при разработке рабочих программ для расчёта реальных технологических объектов для работы в специализированных институтах и КБ, желательно иметь справочные результаты, как говорить «под рукой» и именно те, которые нужны в данном разделе. Поэтому в данной программе была сделана попытка реализовать оба варианта, а именно: имеется отдельная страница со справочными данными (рис. 4), кроме того, имеется возможность вызова исходных данных непосредственно из расчётной области (рис. 5).

Справочные данные								
Примерный состав коксового газа:								
Водород H <sub>2</sub> : 55 ÷ 62 %; метан CH <sub>4</sub> : 23 ÷ 30 %; оксид углерода CO: 4 ÷ 7 %; непредельные углеводороды C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> : 1,5 ÷ 4 %; диоксид углерода CO <sub>2</sub> : 1,5 ÷ 3,0 %; азот N <sub>2</sub> : 2 ÷ 5%; кислород O <sub>2</sub> : 0,4 ÷ 1,2%								
Для того, чтобы вернуться назад, щелкните по этому сообщению левой клавишей "мышки"								
Вязкость компонентов коксового газа $\mu_i$ $\times 10^6$ Па·с								
Компоненты коковского газа	Температура, °C							
	20	25	30	35	40	45	50	55
Водород	8,5	9,4	10,1	10,6	11,1	11,5	11,9	12,1
Метан	4,0	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	4,8	4,9
Оксид углерода	8,8	9,3	9,7	10,0	10,3	10,5	10,6	10,8
Диоксид углерода	3,6	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,5
Непредельные углеводороды	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7
Азот	8,3	8,8	9,1	9,4	9,7	9,9	10,0	10,2
Сероводород	3,2	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,0
Кислород	8,5	9,1	9,5	9,8	10,0	10,2	10,4	10,6
Атомные массы некоторых элементов								
Наименование	Символ		Атомная масса					
Азот	N		14,0067					
Водород	H		1,0079					
Железо	Fe		55,8400					
Кальций	Ca		40,0800					
Натрий	Na		22,9898					
Сера	S		32,0600					
Углерод	C		12,0110					
Фосфор	P		30,9738					
Хлор	Cl		35,4530					
Стандартный ряд диаметров газопроводов:								
1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2200; 2400; 2600; 2800; 3000; 3200; 3400; 3600; 3800; 4000; 4200; 4500; 5000; 5500; 6000; 6500; 7000 мм								

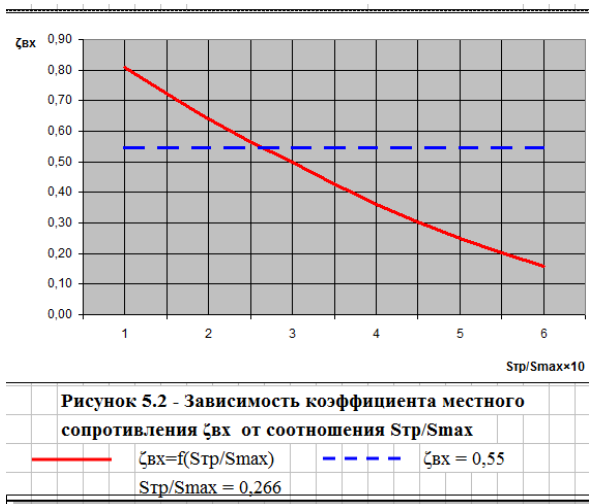
Рис. 4. Страница справочных данных



**Внимание!** Если Вы хотите получить справочные данные по значениям местных сопротивлений, введите в ячейку, выделенную голубым цветом, цифру 1

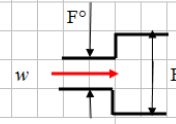


а) без вывода справочных данных



**Внимание!** Если Вы хотите получить справочные данные по значениям местных сопротивлений, введите в ячейку, выделенную голубым цветом, цифру 1

**Внезапное расширение**



w - скорость потока, м/с  
 $F^0$  - площадь меньшего сечения, м<sup>2</sup>;  
 $F^1$  - площадь большего сечения, м<sup>2</sup>;

$Re=(w \times d)/\nu$	$F^0/F^1$					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
100	1,70	1,40	1,20	1,10	0,90	0,80
1000	2,00	1,60	1,30	1,05	0,90	0,60
3000	1,00	0,70	0,60	0,40	0,30	0,20
3500 и более	0,81	0,64	0,50	0,36	0,25	0,16

б) с выводом справочных данных

Рис. 5. Возможность вывода исходных данных непосредственно в область расчётов

Для реализации второго способа – вывода справочных данных непосредственно в область расчётов – можно использовать несколько способов. Если есть достаточно много места на полях, то для вывода данных можно использовать функцию «ЕСЛИ». Для этого достаточно в определенном месте разместить ячейку – «индикатор», в которую будут вводить специальные коды доступа. На рис. 5 ячейка-индикатор выделена голубым цветом. В зависимости от того, какой код доступа введен в ячейку-индикатор, будет высвечиваться на экране тот или иной показатель. Без особых трудностей на небольшой площади можно разместить достаточно много таблиц, которые будут показываться поочередно (или вообще исчезать) в зависимости от кода доступа, введенного в ячейку-индикатор.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** На базе расчётных программ разработана обучающая программа для студентов, изучающих методику расчёта технологического оборудования подразделений, занимающихся улавливанием сероводорода из коксового газа.

1. Обучающая программа производит пошаговые расчёты и сравнивает их с теми данными, которые вводит студент, производя расчёты самостоятельно. Если полученные

данные различаются на величину, не более заранее обусловленной величины, компьютерная программа даёт возможность продолжать расчёты; в противном случае дальнейшие расчёты блокируются.

2. Использование такой программы позволяет сократить время на запись и оформление работы, позволяя сэкономить время использовать для расчёта других вариантов технологического процесса, расширяя тем самым возможности студента ознакомиться с другими методиками расчёта.

3. Использование таких программ позволит студентам (особенно студентам-заочникам) самостоятельно освоить методику расчёта определенных технологических подразделений, что, несомненно, улучшит качество подготовки специалистов.

#### **Список использованных источников**

1. Васильева Л. И. Использование компьютерных технологий в самостоятельной работе студентов / Л. И. Васильева, А. А. Журавский // Проблемы інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2012. – Вип. 34-35. – С. 111–119.
2. Журавский А. А. Новые технологии в процессе образования: дипломное и курсовое проектирование / А. А. Журавский, С. А. Слободской, И. В. Сенкевич // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2008. – № 6. – С. 45–51.
3. Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов сероочисток коксового газа. Ч. 2 : Регенерация поглотительного раствора / Дон. нац. техн. ун-т ; сост. : А. Ф. Гребенюк, И. Г. Дедовец. – Донецк: ДонНТУ, 2007 – 38 с.

#### ***Журавский А. А., Васильева Л. И., Сомова О. Н.***

*Принципы разработки обучающих программ для студентов инженерно-педагогических специальностей*

С целью ликвидации пробела в образовательных технологиях разработана обучающая компьютерная программа, целью которой было обучение студентов методике расчёта технологических подразделений по улавливанию сероводорода из коксового газа и выработка навыков пользования справочными материалами. Принципам разработки обучающих программ посвящена данная статья.

**Ключевые слова:** компьютерные программы, обучающие программы, технологические подразделения, улавливание сероводорода, коксовый газ, электронные таблицы Microsoft excel.

#### ***Журавський А. О., Васильєва Л. І., Сомова О. М.***

*Принципи розробки навчальних програм для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей*

Із метою ліквідації прогалів в освітніх технологіях розроблено навчальну комп'ютерну програму, метою якої було навчання студентів методиці розрахунку технологічних підрозділів з уловлювання сірководню з коксового газу і вироблення навичок користування довідковими матеріалами. Принципам розробки навчальних програм присвячено цю статтю.

**Ключові слова:** комп'ютерні програми, навчальна програма, технологічні підрозділи, уловлювання сірководню, коксовий газ, електронні таблиці Microsoft excel.

#### ***A. Zhuravsky., L. Vasylyeva, O. Somova***

*The Principles of Development of Training Programs for Students of Engineering and Pedagogical Specialties*

In order to eliminate this gap in educational technologies developed educational software, the purpose of which was teaching students methods of calculating technological units for capturing hydrogen sulfide from coke oven gas and the development of skills to use reference materials. The paper describes the principles for developing training programs.



**Key words:** computer programs, training programs, technological divisions, hydrogen sulfide catching, coke gas, Microsoft excel spreadsheets.

*Стаття надійшла до редакції 10.10.2012 р.*