

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
European Journal of Computer Science  
Has been issued since 2015.  
ISSN: 2412-2033  
Vol. 2, Is. 1, pp. 4-14, 2016

DOI: 10.13187/ejcs.2016.2.4  
[www.ejournal39.com](http://www.ejournal39.com)



Articles and Statements

UDC 004.02

### Identification of Control Objects in Some Estimation Tools

Nikolai V. Bilfeld

Perm National Research Polytechnic University, Russian Federation  
PhD (in technical science), Associate Professor

#### Abstract

Features of passive identification of control objects by Estimation tools in MATLAB environment are considered. A concrete example of identification is given. Some recommendations for limitation are determined. Sequence of operations in Estimation tools in MATLAB for passive identification are described.

**Keywords:** identification, MATLAB.

#### Введение

Начиная с версии 7.11 *MATLAB*, имеется возможность пассивной идентификации непосредственно в *simulink*. Исходными данными являются вектор изменения входного сигнала, вектор изменения выходного сигнала и вектор времени.

#### Обсуждение

В качестве указанных векторов можно использовать как переменные среды *MATLAB*, так и текстовые или *xls* – файлы. Рассмотрим в качестве исходных данных *xls* – файл, фрагмент которого приведен в таблице 1.

**Таблица 1.** Фрагмент файла *XY.xls* исходных данных

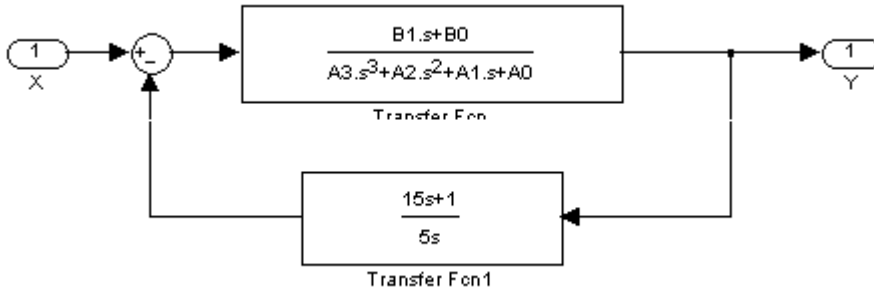
T	X	Y
0	0,357	0
1	2,387	0,003
2	-0,857	0,029
3	1,285	0,054
4	0,196	0,073
5	-0,388	0,091

Данные получены для замкнутой системы объекта с передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{1}{50s^2 + 20s + 1}$$

В качестве регулятора использовался ПИ регулятор с  $Kp=3$  и  $Ti=5$ . На вход модели подавался случайный сигнал (блок Sources > Band Limited White Noise).

Рассмотрим последовательность действий для выполнения идентификации. Создадим модель, приведенную на рисунке 1.



**Рис. 1.** Структурная схема модели

Для создания модели используем следующие разделы библиотеки *Simulink*:

- *Ports and Subsystem* (вход и выход).
- *Continuous* (передаточные функции).
- *Math Operation* (сумматор).

Так как порядки числителя и знаменателя модели не известны, возьмем числитель первого и знаменатель третьего порядков.

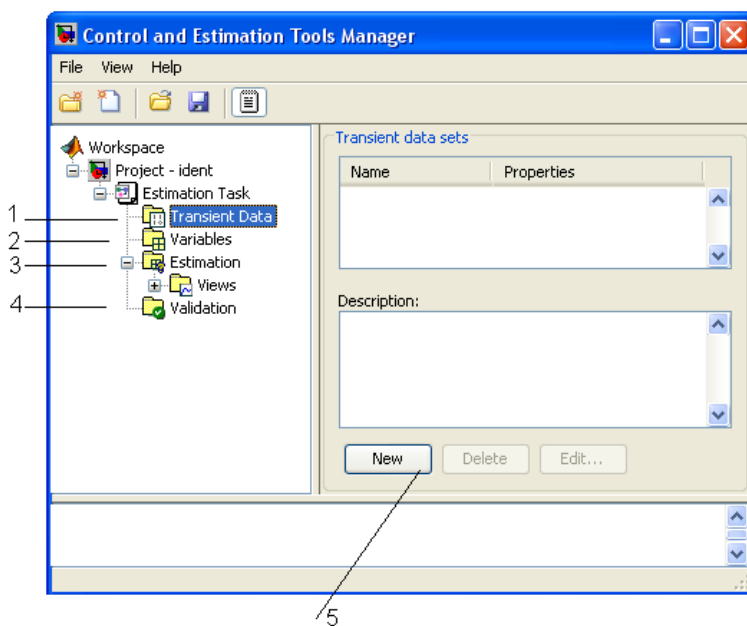
- Введем в командном окне *MATLAB* значения переменных модели:

$$B0=1; B1=1; A0=1; A1=1; A2=1; A3=1;$$

- Выполним в окне модели меню «*Tools > Parameter Estimation*». (В *MATLAB 2014* необходимо выполнить меню «*Analysis > Parameter Estimation*»). В результате откроется окно *Control and Estimation Manager*, приведенное на рисунке 2.

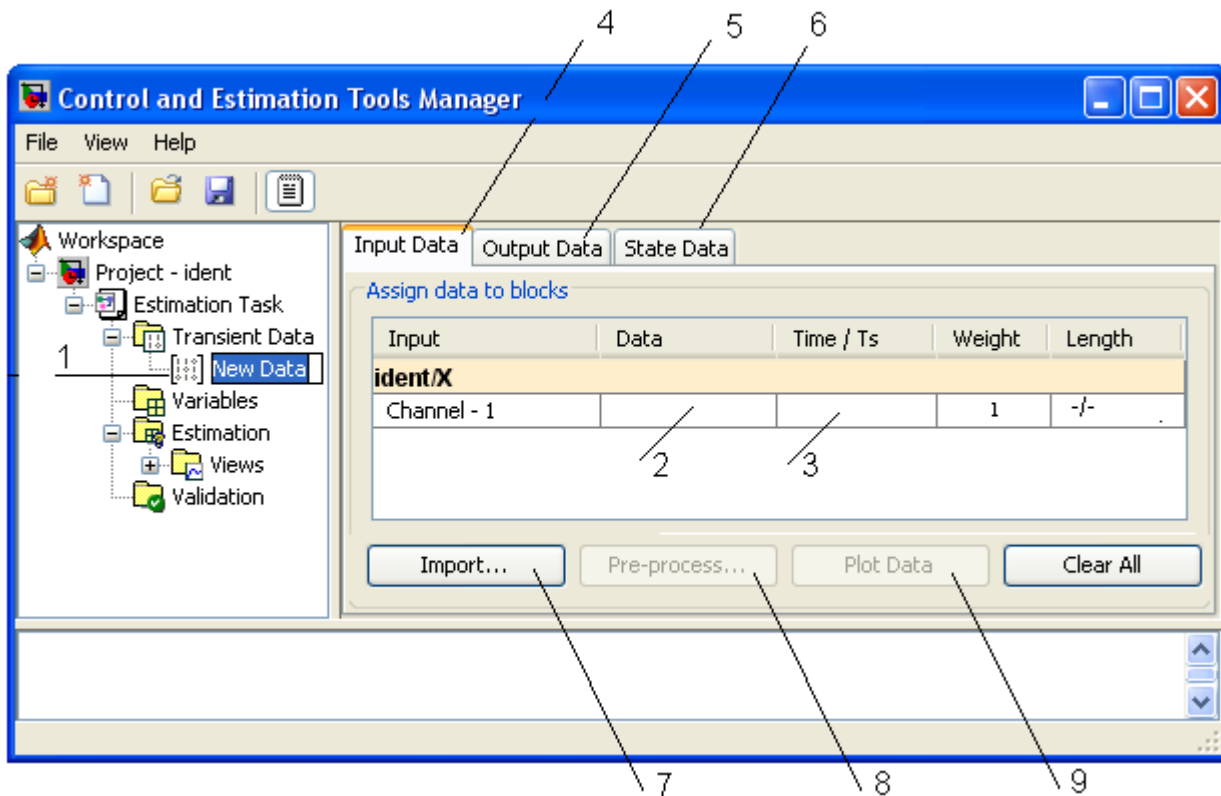
### Импортирование данных

- Выберем в левой панели окна *Control and Estimation Manager* строку *Transient Data* (п. 1 на рис. 2).
- Нажмем кнопку *New*. (п. 5 на рис. 2).



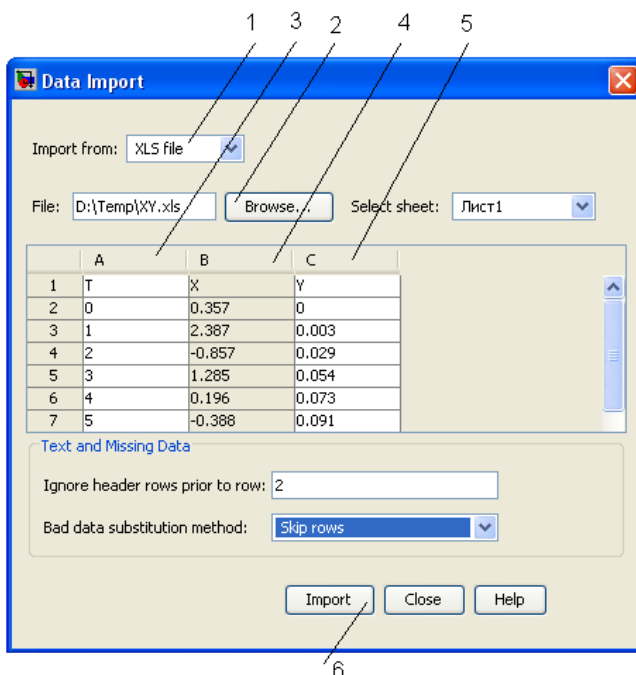
**Рис. 2.** Импортирование данных.

В результате в левой панели окна *Control and Estimation Manager* сформируется строка *New Data* (п. 1 на рис. 3).



**Рис. 3.** Создание нового набора данных

- Выделим в левой панели строку *New Data* (п. 1 на рис. 3).
  - Выберем вкладку *Input Data* (п. 4 на рис. 3).
  - Нажмем кнопку *Import* (п. 7 на рис. 3).
- В результате откроется окно *Data Import*, приведенное на рисунке 4.

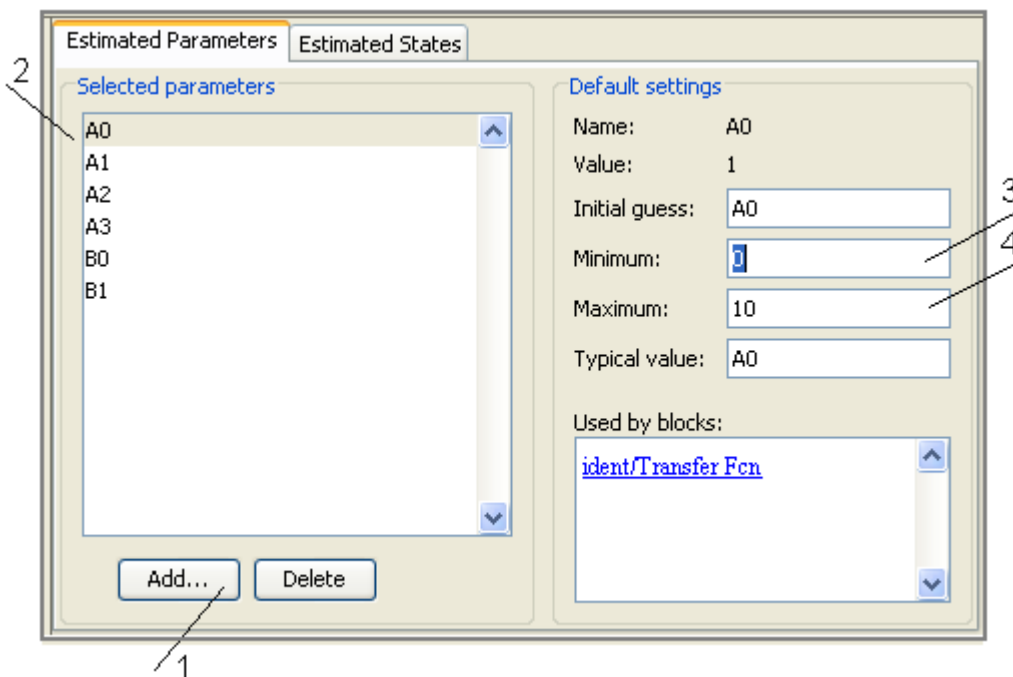


**Рис. 2.** Окно *Data Import*

- В окне *Data Import* из раскрывающегося списка *Import from* (п. 1 на рис. 4) выберем *XLS file*.
  - Нажмем кнопку *Browse* и выберем наш файл *XY.xls*.  
В результате откроется таблица с данными.
  - В окне *Control and Estimation Manager* выделим в таблице ячейку в столбце *Data* (п. 2 на рис. 3).
  - В окне *Data Import* выделим столбец *B* и нажмем кнопку *Import*.(п. 6 на рис. 4).  
В результате данные загрузятся в ячейку *Data* (п. 2 на рис. 3).
  - В окне *Control and Estimation Manager* выделим в таблице ячейку в столбце *Time Ts* (п. 3 на рис. 3).
  - В окне *Data Import* выделим столбец *A* и нажмем кнопку *Import*.(п. 6 на рис. 4).  
В результате данные загрузятся в ячейку *Time Ts* (п. 3 на рис. 3).
- График входных данных можно построить, нажав на кнопку *Plot Data* в окне *and Estimation Manager* (п. 9 на рис. 3).
- В окне *and Estimation Manager* выберем вкладку *Output Data* (п. 5 на рис. 3)
  - Аналогично загрузим в ячейку *Data* значение столбца *C* (п. 5 на рис. 4) и в ячейку *Time/Ts* значение столбца *A*.
  - Окно *Data Import* можно закрыть.

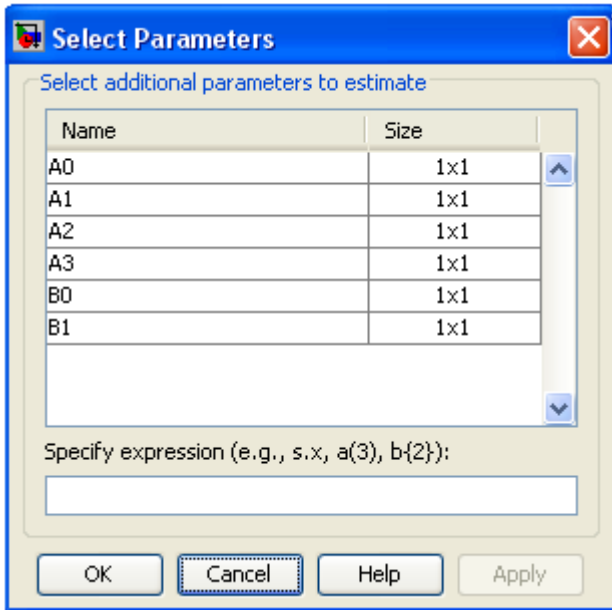
### Выбор переменных и ограничений

- В левой панели окна *Control and Estimation Manager* выберем строку *Variables* (п. 2 на рис. 3).
- В результате откроется панель *Estimated Parameters*, фрагмент которой приведен на рисунке 5.



**Рис. 3.** Окно настройки ограничений параметров

- Нажмем кнопку *Add* (п. 1 на рис. 5).
- В результате откроется окно *Select Parameters*, с переменными рабочей среды MATLAB, приведенное на рисунке 6.



**Рис. 4.** Окно выбора переменных

- Выделим необходимые переменные (подлежащие идентификации и используемые в модели) и нажмем кнопку *Ok*.

В результате выбранные переменные отобразятся в панели *Selected Parameters* (п. 2 на рис. 5). Выделив необходимую переменную (п. 2 на рис. 5) можно установить ограничения по минимальному (п. 3 на рис. 5) и максимальному (п. 4 на рис. 5) значению.

- Установим ограничения в соответствии с таблицей 2.

**Таблица 2.** Установленные ограничения

Var	Min	Max
B0	0	10
B1	0	100
A0	0	10
A1	0	100
A2	0	1000
A3	0	10000

Минимальное ограничение всегда устанавливается равным нулю, т.к. для устойчивого объекта не может быть отрицательных коэффициентов. Ограничения по максимуму устанавливаются в возрастающем порядке, в зависимости от используемого коэффициента. Такая установка ограничений обеспечивает сокращение времени идентификации.

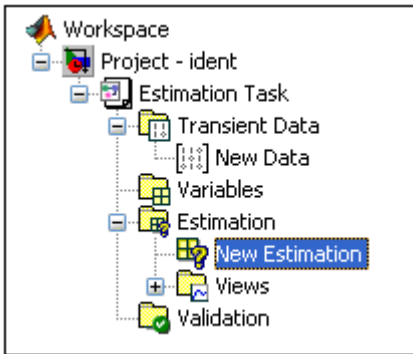
**Идентификация**

- В левой панели окна *Control and Estimation Manager* выберем строку *Estimation* (п. 2 на рис. 3).

- В открывшейся панели *Estimation* нажмем кнопку *New*.

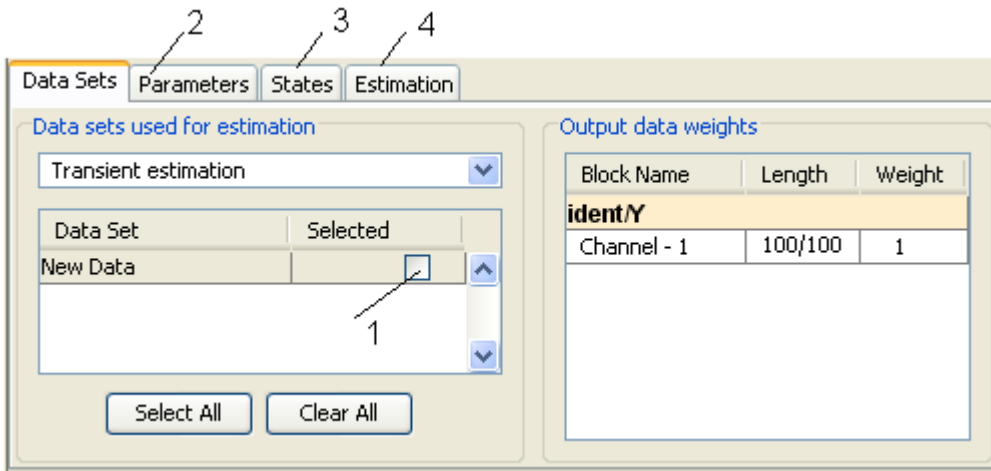
- В результате в левой панели появится строка *New Estimation*.

- Выделим ее, как показано на рисунке 7.



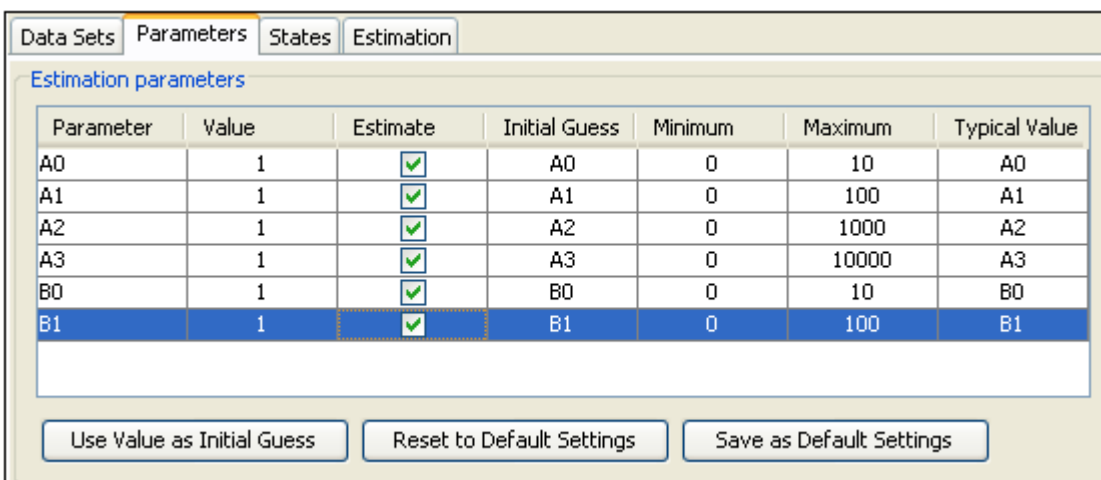
**Рис. 7.** Создание новой задачи идентификации

В результате откроется панель с вкладками *Datasets*, *Parameters*, *States*, *Estimation*, фрагмент которой приведен на рисунке 8



**Рис. 8.** Выбор набора данных для идентификации

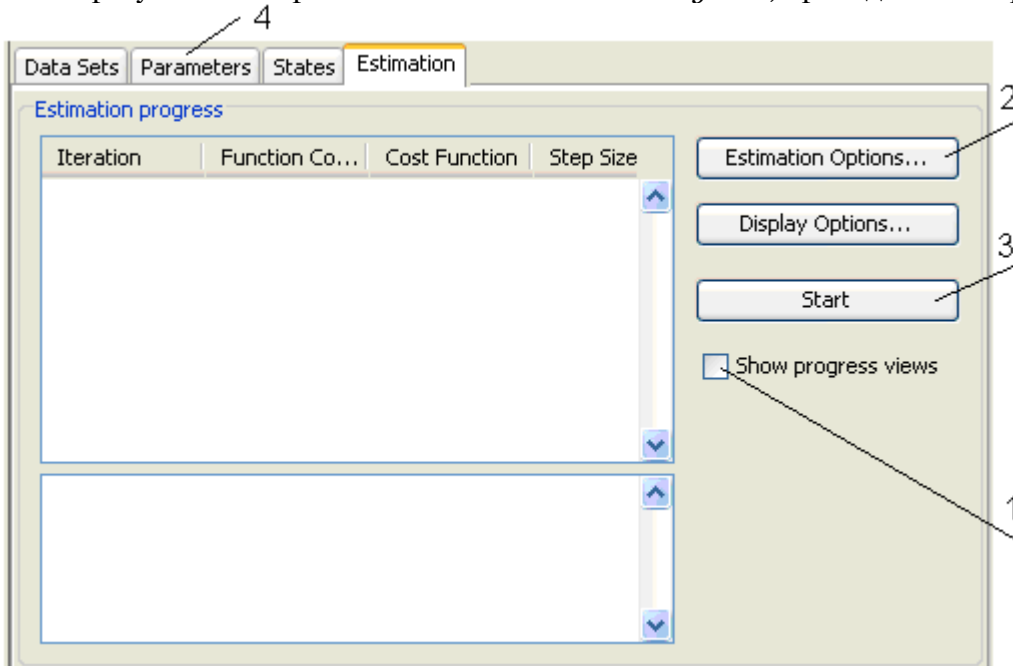
- На вкладке *Datasets* отметим флажок *Selected* (п. 1 на рис. 8). Тем самым выберем наш набор данных для идентификации.
  - Выберем вкладку *Parameters* (п. 2 на рис. 8).
- В результате откроется панель *Estimation Parameters*, приведенная на рисунке 9.



**Рис. 9.** Выбор параметров для идентификации

- Отметим флажками наши переменные.
- Выберем вкладку *Estimation* (п. 4 на рис. 8).

В результате откроется панель *Estimation Progress*, приведенная на рисунке 10.



**Рис. 10.** Форма идентификации

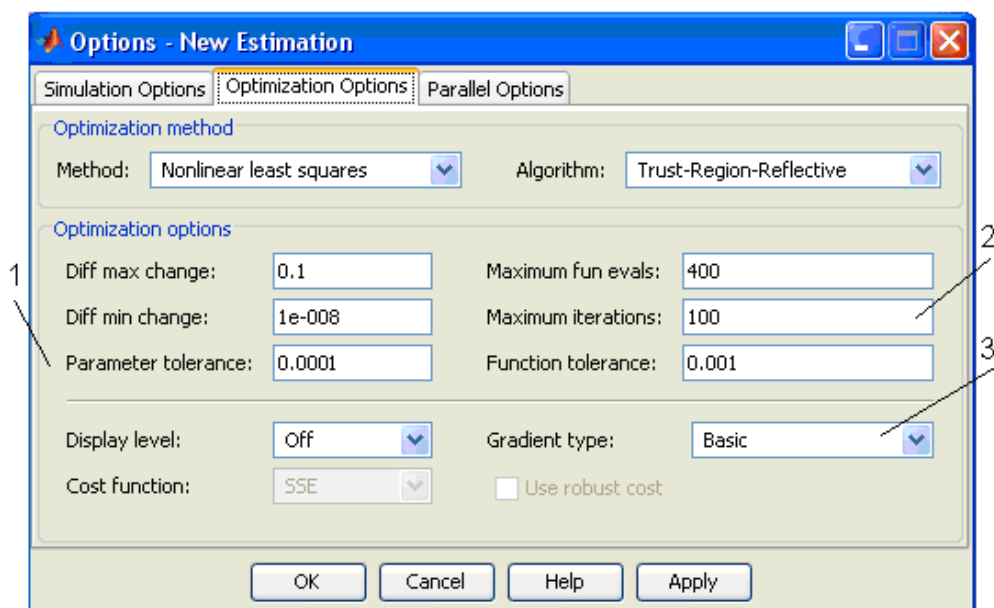
- Отметим флажок *Show progress views* (п. 1 на рис. 10) для наблюдения процесса идентификации.

- Нажмем кнопку *Estimation Options* для установки опций идентификации. В результате откроется окно, *Options – New Estimation*, приведенное на рисунке 11.

- Выберем вкладку *Optimization Options*. На данной вкладке можно установить параметры идентификации, такие основные, как погрешность (п. 1 на рис. 11), максимальное количество итераций (п. 2 на рис. 11), метод оптимизации (п. 3 на рис. 11).

- Установим погрешность вычислений (*Parameter tolerance*), равной 0,0001. Остальные значения оставим без изменений.

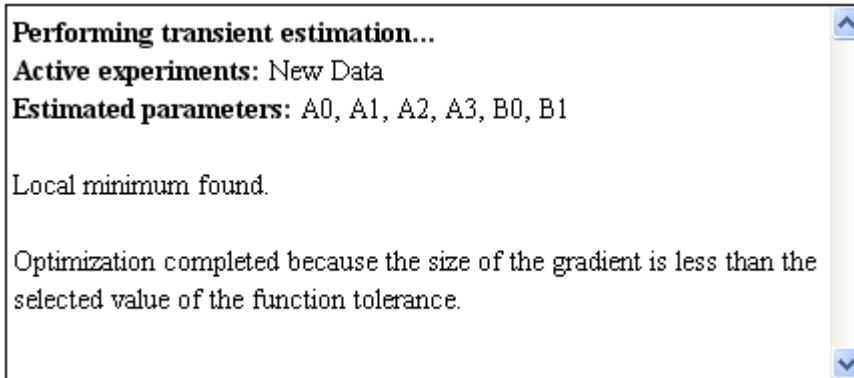
- После установки необходимых опций закроем окно *Options – New Estimation* и нажимаем кнопку *Start* (п. 3 на рис. 10).



**Рис. 11.** Установка опций идентификации

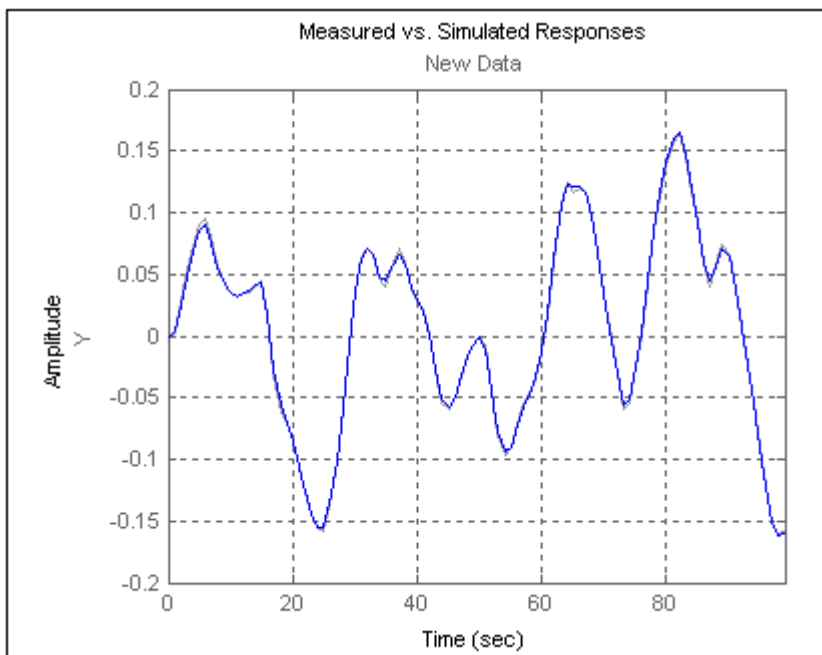
Процесс идентификации можно наблюдать в открывшемся окне *Default View*.

После окончания идентификации, если достигнута указанная точность в окне оптимизации, выведется сообщение *Local minimum found*, (локальный минимум найден) приведенное на рисунке 12.



**Рис. 5.** Результат идентификации

Графики эталонного и полученного сигналов приведены на рисунке 13. Как видно из рисунка графики практически совпадают.



**Рис. 13.** Переходные процессы до и после идентификации

Посмотреть значения параметров можно, если перейти на вкладку *Parameters* (п. 4 на рис. 10). В результате получим параметры, приведенные на рисунке 14.



Parameter	Value	Estimate	Initial Guess	Minimum	Maximum	Typical Value
A0	2.5856	<input checked="" type="checkbox"/>	A0	0	10	A0
A1	57.553	<input checked="" type="checkbox"/>	A1	0	100	A1
A2	153.08	<input checked="" type="checkbox"/>	A2	0	1000	A2
A3	75.203	<input checked="" type="checkbox"/>	A3	0	10000	A3
B0	2.6218	<input checked="" type="checkbox"/>	B0	0	10	B0
B1	0.071617	<input checked="" type="checkbox"/>	B1	0	100	B1

Use Value as Initial Guess    Reset to Default Settings    Save as Default Settings

**Рис. 14.** Полученные значения переменных после идентификации

Получить передаточную функцию можно, если ввести в командном окне MATLAB строку:

$$W=tf([B1\ B0],[A3\ A2\ A1\ A0])$$

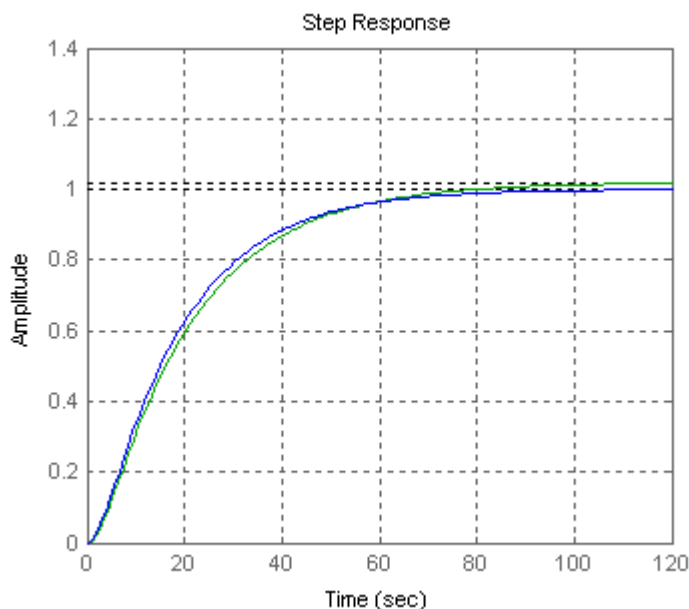
В результате получим передаточную функцию:

$$W(s) = \frac{0,07s + 2,63}{75,2s^3 + 153,1s^2 + 57,5s + 2,58}$$

Для проверки введем в командном окне исходную и полученную передаточную функцию как  $W1=tf([1],[50\ 20\ 1])$  и построим графики, выполнив команду:

$Step(W1,W2),grid;$

В результате получим графики, приведенные на рисунке 15.



**Рис. 6.** Графики исходной и полученной передаточной функции

Если идентификация с указанной точностью невозможна, выдается сообщение: *Local minimum possible* (возможный локальный минимум). К недостаткам данного метода можно отнести необходимость указания порядков числителя и знаменателя передаточной функции и ограничений. К несомненным достоинствам, по сравнению с идентификацией в *Toolbox Ident* [2] необходимо отнести то обстоятельство, что мы получаем передаточную функцию объекта с уже исключенной передаточной функцией регулятора.

### Заключение

Рассмотренный метод идентификации частично автоматизирован в пакете по многокритериальному исследованию систем управления, разработанного на кафедре АТР БФПНИПУ [6]. Данный пакет позволяет работать с различными версиями MATLAB [5]. Для идентификации в данном пакете необходимо выполнить следующие действия:

На форме «Идентификация» в панели «Передаточная функция» установим порядки, числителя и знаменателя равными предполагаемым порядкам идентифицируемой модели. При этом значения самих коэффициентов не имеет значения.

На форме «Идентификация» в панели «Приближенный расчет настроек» установим значения коэффициентов ПИ регулятора, который использовался в контроллере.

Выполним меню, «Идентификация пассивная» > «Идентификация в *Parameter Estimation*» > «Открыть модель». В результате откроется модель, приведенная на рисунке 1. При этом порядки модели и коэффициенты регулятора будут равны установленным на панелях значениям.

Далее идентификация осуществляется описанным выше способом. Одно, что не нужно делать, так это устанавливать в командном окне MATLAB нулевые значения коэффициентам, т.к. программа делает это автоматически.

После завершения идентификации достаточно выполнить меню «Идентификация пассивная» > «Идентификация в *Parameter Estimation*» > «Получить передаточную функцию».

### Литература

1. Дьяконов В.П. MATLAB6/6/1/6/5+SIMULINK 4/5. М.: Солон-Пресс, 2002. 768 с.
2. Затонский А.В. Программные средства глобальной оптимизации систем автоматического регулирования. М.: Инфра-М, Сер. Научная мысль, 2013. 136 с.
3. Гайдук Ф.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB, Санкт-Петербург, Москва, Краснодар. 2011. 463 с.
4. Бильфельд Н.В. Идентификация нестационарных объектов управления средствами пассивного эксперимента. // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. №3. С. 85-90.
5. Бильфельд Н.В., Митюков Е.А. Одновременная работа с различными версиями пакетов MATLAB как серверов OLE автоматизации // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 9-10 (43-44). С. 67-70.
6. Бильфельд Н.В., Многокритериальное исследование систем управления. ПНИПУ, Пермь. 2015. 436 с.

### References

1. D'yakonov V.P. MATLAB6/6/1/6/5+SIMULINK 4/5. M.: Solon-Press, 2002. 768 s.
2. Zatonskii A.V. Programmnye sredstva global'noi optimizatsii sistem avtomaticheskogo regulirovaniya. M.: Infra-M, Ser. Nauchnaya mysl', 2013. 136 s.
3. Gaiduk F.R., Belyaev V.E., P'yavchenko T.A. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya v primerakh i zadachakh s resheniyami v MATLAB, Sankt-Peterburg, Moskva, Krasnodar. 2011. 463 s.
4. Bil'fel'd N.V. Identifikatsiya nestatsionarnykh ob"ektov upravleniya sredstvami passivnogo eksperimenta. // Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya. 2013. №3. S. 85-90.
5. Bil'fel'd N.V., Mityukov E.A. Odnovremennaya rabota s razlichnymi versiyami paketov MATLAB kak serverov OLE avtomatizatsii // Novyi universitet. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2015. № 9-10 (43-44). S. 67-70.
6. Bil'fel'd N.V., Mnogokriterial'noe issledovanie sistem upravleniya. PNIPU, Perm'. 2015. 436 s.

УДК 004.02

## **Идентификация объектов управления в различных estimation tools**

Николай Валентинович Бильфельд

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Российская Федерация  
Кандидат технических наук, доцент

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности пассивной идентификация объектов управления средствами Estimation tools в среде MATLAB. Приведен конкретный пример идентификации. Даны рекомендации по вводу ограничений. Приведена последовательность операций при идентификации в пакете «Многокритериальное исследование систем управления».

**Ключевые слова:** идентификация, MATLAB.