

## Chapitre 1-B

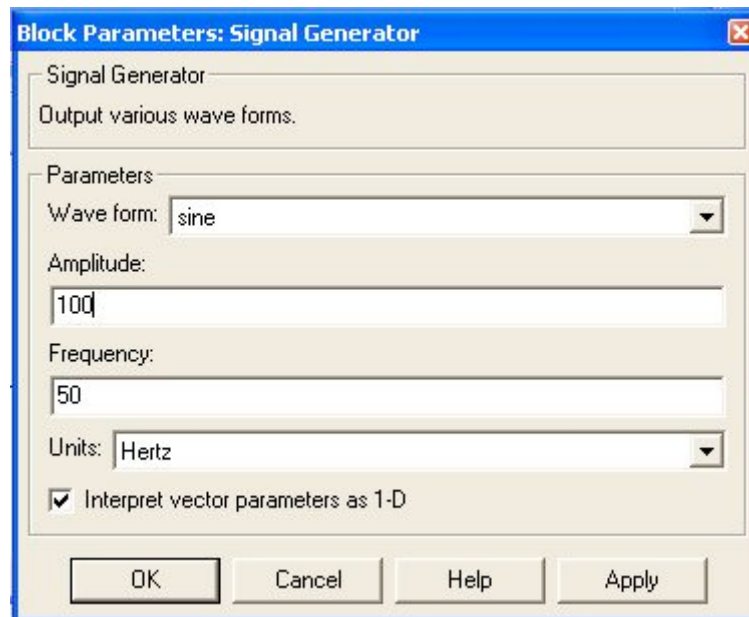


Fig. 1.5. Fenêtre de réglage des paramètres du bloc *Signal Generator*

- Après l'installation sur le schéma de tous les blocs des bibliothèques demandées, il est nécessaire de procéder à la liaison des éléments du schéma. Pour relier les blocs, il est nécessaire d'indiquer avec le pointeur de la souris la sortie du bloc, après appuyer et, sans relâcher le bouton gauche de la souris, mener une ligne jusqu'à l'entrée de l'autre bloc. Après cela relâcher le bouton. Pour créer le point de bifurcation sur la ligne de liaison, il suffit d'emmener le pointeur au point de nœud proposé, en appuyant sur le bouton droit de la souris, tirer la ligne. Pour supprimer la ligne, il faut la sélectionner (comme pour le bloc), et ensuite appuyer sur le bouton Delete sur le clavier. Le schéma du modèle, sur lequel sont exécutées les liaisons entre les blocs, est représenté sur la fig. 1.6.
- Après avoir établi le schéma de calcul, il est nécessaire de le garder sous forme de fichier sur le disque, en choisissant le point menu File/Save dans la fenêtre du schéma et en indiquant le répertoire et le nom du fichier.

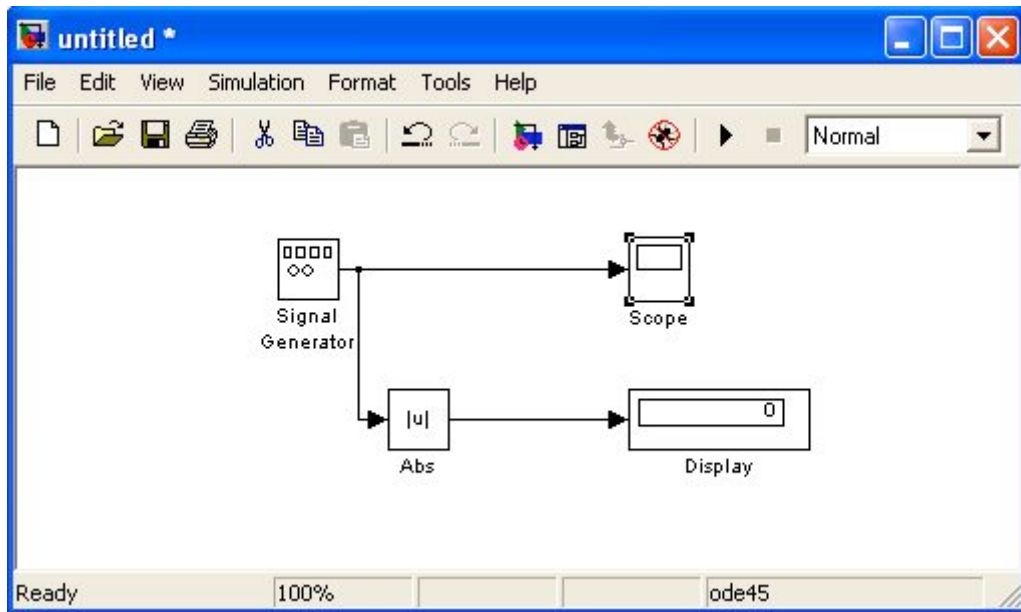


Fig. 1.6. Schéma du modèle

#### 1.2.4. Fenêtre du modèle

La fenêtre du modèle a la forme habituelle pour Microsoft Office et contient les éléments suivants (fig. 1.6) :

- Le titre, avec le nom de la fenêtre. A la fenêtre nouvellement créée est attribué le nom *Untitled* avec le numéro d'ordre correspondant.
- Le menu avec les commandes *File*, *Edit*, *View* etc.
- Le panneau des instruments.
- La fenêtre pour la création du schéma du modèle.
- La barre d'état, qui contient l'information sur l'état courant du modèle.

Le menu de la fenêtre contient les commandes pour la rédaction du modèle, son réglage et la commande du processus du calcul, le travail avec les fichiers etc.

- File (Fichier) – travail avec les fichiers des modèles.
- Edit (Edition) – changement de modèle et recherche des blocs.
- View (Forme) – Commande l'exposition des éléments de l'interface.
- Simulation (Modélisation) – Fourniture des réglages pour la modélisation et la commande du processus de calcul.
- Format (Format) – Changement de la forme extérieure des blocs et du modèle dans l'ensemble.
- Tools (Outils) – Utilisation de moyens spéciaux pour travailler avec le modèle (compiler, analyse linéaire etc.).
- Help (Aide) – appel aux fenêtres du système d'aides.

Pour travailler avec le modèle on peut utiliser aussi les boutons sur le panneau des instruments (fig. 1.7).

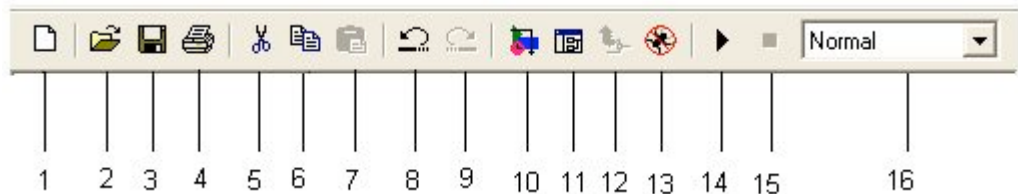


Fig. 1.7. Panneau des instruments de la fenêtre du modèle

Les boutons du panneau des instruments possèdent l'utilité suivante:

1. *New Model* – ouvrir une nouvelle (vide) fenêtre du modèle.
2. *Open Model* – ouvrir le mdl-fichier existant.
3. *Save Model* – sauvegarder mdl-fichier sur le disque.
4. *Print Model* – appel à l'imprimerie du bloc – diagramme du modèle.
5. *Cut* – couper la partie sélectionnée du modèle et garder dans la mémoire opérationnelle.
6. *Copy* – Copier la partie sélectionnée dans la mémoire intermédiaire.
7. *Paste* – coller dans la fenêtre du modèle le contenu de la mémoire opérative
8. *Undo* – annuler l'opération précédente de l'édition.
9. *Redo* – réhabiliter le résultat de l'opération annulée de l'édition.
10. *Library Browser* – Ouvrir la fenêtre du commentateur des bibliothèques.
11. *Toggle Model Browser* – Ouvrir la fenêtre du commentateur du modèle.
12. *Go to parent system* – Passage du sous - système au système de niveau supérieur en hiérarchie. La commande est disponible seulement quand le sous – système est ouvert.
13. *Debug* – Démarrage du compiler du modèle.
14. *Start/Pause/Continue Simulation* – démarrage du modèle en exécution (Start) ; après le démarrage du modèle, le bouton change d'image et il apparaît le symbole correspondant déjà à la commande Pause (arrêt de la modélisation) ; pour renouveler la modélisation il faut appuyer sur le même, car en régime de pause on la fait correspondre à la commande Continue (continuer).
15. *Stop* – Terminer la modélisation. Le bouton devient accessible après le début de la modélisation, et aussi après l'exécution de la commande *Pause*.
16. *Normal/Accelerator* – Régime habituel /accéléré du calcul. L'instrument est disponible, si l'annexe Simulink Performance Tool est installée.

Dans la partie inférieure de la fenêtre du modèle se trouve la barre d'état, dans laquelle figurent les brefs commentaires sur les boutons du panneau des instruments, et ainsi sur les points du menu, quand le pointeur de la souris se trouve sur l'élément correspondant de

l'interface. le champ des textes est utilisé et pour indiquer l'état de Simulink : *Ready* (prêt) ou *Running* (exécution).

#### **1.2.5. Opérations avec les blocs**

La copie des blocs d'une fenêtre à l'autre se fait de la suivante : on ouvre la bibliothèque concernée ou la fenêtre du modèle et on fait traîner le bloc considéré à l'aide de la souris dans la fenêtre du modèle à créer.

Les blocs peuvent être copiés à l'aide de la commande menu. La séquence des actions dans ce cas est la suivante :

- dans la fenêtre de la bibliothèque ou du modèle on sélectionne le bloc (les blocs), qui doit être copié ;
- on choisit dans le menu *Edit* (Edition) de la fenêtre active la commande *Copy* (Copier) ;
- rendre active la fenêtre, dans laquelle on doit copier le bloc, et choisir la commande *Paste* (coller) dans le menu *Edit* (Edition).

On attribut à chaque bloc Simulink copié un nom.

Le premier bloc copié aura le même nom que le bloc dans la bibliothèque. Chaque bloc suivant du même type aura le même nom avec l'addition du numéro d'ordre. L'utilisateur peut renommer le bloc. En copiant le bloc on obtient les mêmes valeurs des paramètres réglés que le bloc original.

**Déplacement des blocs du modèle.** Le déplacement du bloc à l'intérieur du modèle s'effectue par son glissement à l'aide de la souris. Dans ce cas Simulink redessine automatiquement les lignes, qui lient ce bloc avec d'autres blocs. Pour déplacer quelques blocs ensemble avec les lignes de liaison et avec la conservation des distances relatives il est nécessaire de les sélectionner et les traîner à l'aide du pointeur de la souris un bloc des blocs. Tous les autres blocs sélectionnés occuperont aussi des nouvelles places.

**La copie des blocs d'un modèle** est effectuée de deux manières :

- traîner le bloc à l'endroit voulu, en maintenant appuyer dans ce cas le bouton « Ctrl » ;
- traîner le bloc, en maintenant le bouton droit de la souris appuyé, dans ce cas on ajoute au nouveau bloc le numéro d'ordre suivant.

**Suppression des blocs.** Pour supprimer les blocs unitiles du bloc – schéma il suffit de sélectionner ces blocs, comme ça été dit auparavant, et appuyer le bouton « Del » ou « Backspace ». On peut aussi actionner la commande *Clear* (nettoyer) ou *Cut*, alors on peut copier les blocs supprimés par la suite dans le modèle à l'aide de la commande *Paste* (coller) du même menu.

**Le détachement du bloc.** Pour séparer le bloc de la ligne, il faut appuyer « Shift » et, sans le relâcher, traîner le bloc dans un autre endroit.

**Le changement de l'orientation angulaire du bloc.** A l'état initial le signal circule à travers le bloc du gauche à droite (au coté gauche on dispose les entrées du bloc, et au coté droit – les sorties). Pour changer l'orientation angulaire du bloc il faut :

- Sélectionner le bloc, qu'on veut faire tourner ;
- Choisir dans le menu Format (Format) la fenêtre du bloc-schéma une des commandes suivantes : Flip Block (rotation du bloc d'un angle de 180°) ou Rotate Block (Rotation du bloc de 90° dans le sens des aiguilles d'une montre).

**Changement des dimensions du bloc.** Le changement des dimensions du bloc est effectué de la manière suivante. On sélectionne le bloc et on dispose le pointeur de la souris sur une des marques angulaires du bloc. La forme de l'indicateur devient dans ce cas une flèche à deux sens. Il faut repérer cette marque à l'aide de la souris et la tirer dans une nouvelle position.

**Changement et le déplacement du nom du bloc.** Tous les noms des blocs dans le modèle doivent être authentiques et composer au moins d'un symbole. Pour changer le nom du bloc, il faut cliquer deux fois sur le nom, et ensuite, en utilisant les méthodes habituelles d'édition, apporter les changements nécessaires.

Pour changer le caractère il faut sélectionner le bloc, et activer la commande Font (Caractère) du menu Format (Format) de la fenêtre du modèle et ensuite choisir le caractère dans la fenêtre de dialogue ouverte.

Par défaut, le nom du bloc est disposé ainsi. Si le bloc est orienté de gauche à droite, alors le nom doit se trouver au dessous du bloc ; si c'est de

droite à gauche – au dessus ; si c'est de haut en bas ou du bas en haut – au coté droit du bloc.

Le changement de la disposition du nom du bloc sélectionné peut se faire de deux manières :

- Traîner le nom à l'aide de la souris au coté opposé du bloc ;
- S'en servir de la commande *Flip Name* du menu Format de la fenêtre du modèle - le nom sera du coté opposé au bloc.

On peut cacher le nom du bloc, en utilisant la commande *Hide Name* (cacher le nom) du menu Format de la fenêtre du modèle. Pour le faire ressortir, on se sert de la commande *Show Name* (montrer le nom) du même menu.

**La mise en place des symboles des signaux et des commentaires.** Pour une meilleure apparition et de commodité du bloc – schéma de la ligne, on peut l'équiper de symboles qui indiquent, quels signaux circulent à travers eux. Les symboles se placent au dessous ou au dessus de la ligne horizontale. Ils peuvent être placés au début, à la fin ou au milieu de la ligne.

**Création et la manipulation des signaux par les symboles.** Pour créer le symbole des signaux, il faut deux fois cliquer sur le segment de la ligne et ensuite introduire le texte du symbole. Il faut obligatoirement cliquer deux fois sur la ligne d'une façon précise, car dans le cas contraire il y aura création d'un commentaire au modèle.

Le déplacement du symbole est effectué par son traînage à l'aide de la souris jusqu'à la nouvelle place. Si dans ce cas on maintient le bouton « Ctrl » appuyé, alors le symbole sera copié à la nouvelle place. On peut le copier aussi, en cliquant deux fois sur un autre segment de la ligne.

Pour éditer le symbole, il faut cliquer sur lui et ensuite apporter les changements correspondants dans son texte.

Pour supprimer le symbole, il faut le sélectionner, tout en maintenant le bouton « Shift » appuyé, on appuie le bouton « Del » ou « Backspace ». Dans ce cas tous les symboles de cette ligne seront supprimés.

**Création et manipulation par commentaire.** Les commentaires donnent la possibilité d'accompagner le bloc-schéma par un texte d'information sur le modèle et ses différentes composantes. On peut placer les commentaires à n'importe quel endroit libre du bloc-schéma. Après avoir cliquer deux fois à n'importe quel endroit libre du bloc-schéma, un cadre rectangulaire apparaît, dans lequel on peut introduire le texte du commentaire.

Le déplacement du commentaire est effectué par son traînage à l'aide de la souris.

Si dans ce cas on maintient le bouton « Ctrl » appuyé, le commentaire sera copié au nouveau endroit.

Le commentaire crée peut être rédigé. Pour cela il faut cliquer sur le commentaire, et ensuite apporter des corrections nécessaires. Pour changer, dans ce cas les paramètres du caractère du commentaire, il faut sélectionner le texte du commentaire et choisir la commande Font (caractères) du menu Format de la fenêtre du bloc schéma. Après cela, apparaît la fenêtre de dialogue, dans laquelle il

faut choisir le nom du caractère, sa dimension, les attributs et le style et après appuyer le bouton « OK ».

On peut supprimer les commentaires. Pour cela, on les sélectionne, en maintenant le bouton « Shift » appuyé, et en appuyant le bouton « Del » ou « Backspace ».

### 1.2.6. Le formatage des objets

Dans le menu Format (et comme dans le menu contextuel, qu'on actionne en appuyant sur le bouton droit de la souris sur l'objet) se trouve un ensemble de commandes de formatage des blocs. Les commandes de formatage sont divisées en quelques groupes :

- **Changement de l'image des écritures :**

1. *Font* – formatage du caractère des écritures et des blocs de texte.
2. *Text alignment* – l'alignement du texte dans les textes d'écriture.
3. *Flip name* – déplacement de l'écriture du bloc.
4. *Show/Hide name* – Fixation ou couverture de l'écriture du bloc.

- **Changement des couleurs de l'image du bloc :**

1. *Foreground color* – Choix de la couleur du fond des blocs sélectionnés.
2. *Screen color* – Choix de la couleur de fond pour toute la fenêtre du modèle.

- **Changement de la position du bloc et de sa forme :**

1. *Flip block* - Rotation du bloc de 90° dans le sens des aiguilles d'une montre.
2. *Show drop shadow* – montrer les silhouettes du bloc.
3. *Show port labels* – montrer les symboles des portes.

- **Autres changements :**

1. *Library link display* – affichage des liens avec les bibliothèques
2. *Sample time colors* – choix de la couleur du bloc d'indication du temps.
3. *Wide nonscalar lines* – augmentation/diminution de la largeur des lignes non scalaires.
4. *Signal dimensions* – affichage des dimensions des signaux.
5. *Port data types* – affichage des données sur le type de portes.
6. *Storage class* – Classe de mémoire. Le paramètre qui est installé au cours du fonctionnement de Real-Time Workshop.
7. *Execution order* – affichage du numéro d'ordre du bloc dans suite d'exécution en série.

### 1.2.7. Introduction des paramètres du calcul et manipulation

Avant tout calcul, il est nécessaire au préalable d'introduire les paramètres de Simulation. On donne ces paramètres moyennant le menu *Simulation / Parameters* de la fenêtre du panneau (fig. 1.8).

La fenêtre de réglage des paramètres du calcul a 5 boutons :

- *Solver* (calcul) – installation des paramètres du calcul du modèle.

- *Workspace I/O* (entrée/sortie des données dans l'espace de travail) - L'affichage des paramètres d'échange de données avec l'espace de manipulation de MATLAB.
- *Diagnostics* (diagnostics) – Le choix des paramètres du régime de diagnostique.

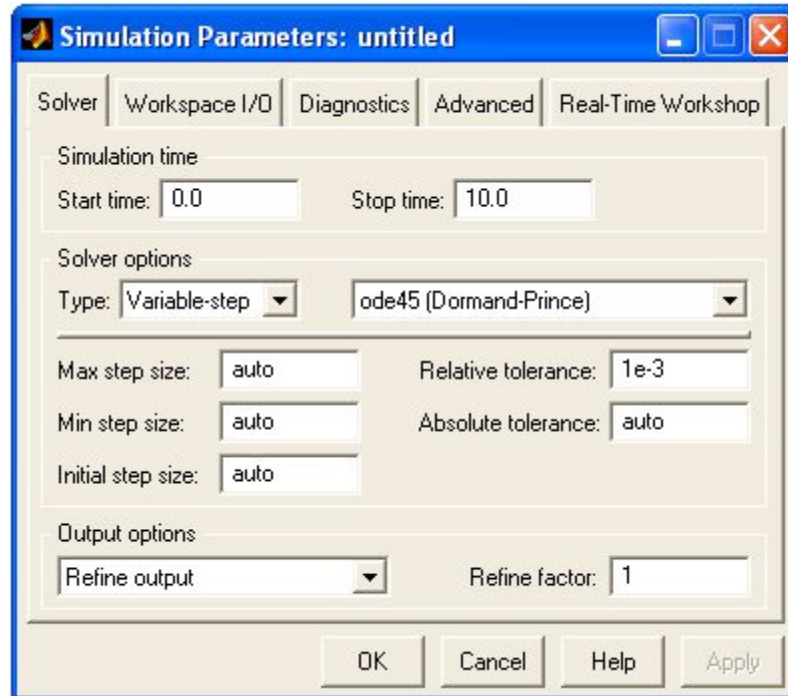


Fig. 1.8. Fenêtre d'affichage des paramètres de la modélisation

- *Advanced* – L'installation des paramètres complémentaires.
- *Real-time Workshop* – instrument pour travailler en temps réel.

L'introduction des paramètres du calcul du modèle est exécutée à l'aide des éléments de commande, placés dans le classeur *Solver*. Ces éléments sont classés en trois groupes (fig. 1.8) : *Simulation time* (intervalle de modélisation ou, en d'autres termes, le temps du calcul), *Solver options* (paramètres du calcul), *Output options* (paramètres d'affichage).

La durée du calcul (*Simulation time*) est donnée par l'indication des valeurs initiale (*Start time*) et finale (*Stop time*) de la durée de calcul. Le temps initial, comme d'habitude est donné égal à zéro. La valeur du temps final est donnée par l'utilisateur en partant des conditions du problème à résoudre.

En choisissant les paramètres du calcul (*Solver options*) il est nécessaire d'indiquer la méthode de modélisation (*Type*) et la méthode du calcul du nouveau état du système. Pour le paramètre *Type* deux variantes sont accessibles – à pas fixe (*Fixed-step*) ou variable (*Variable-step*). Par convention, *Variable-step* est utilisé dans la



modélisation des grandeurs continues, et *fixed-step* – pour des grandeurs discrètes.

La liste des méthodes de calcul du nouvel état du système, contient quelques variantes. La première variante (*discrete*) est utilisée pour le calcul des systèmes discrets. Les autres méthodes sont utilisées pour le calcul des systèmes continus. Ces méthodes sont différentes pour les pas variable (*Variable-step*) et fixe (*Fixed-step*) du temps, mais, elles constituent par essence les procédures de la résolution des systèmes d'équations différentielles.

Au dessous des deux listes ouvrables *Type* se trouve la zone, dont le contenu change en fonction de la méthode de changement du modèle de temps choisie. En choisissant *Fixed-step* dans le domaine donné, le champ de texte *Fixed-step size* (valeur du pas fixé) apparaît, cela permet d'indiquer la valeur du pas de modélisation. La valeur du pas de la modélisation par défaut est fixée automatiquement par le système (auto). La valeur demandée du pas peut être introduite à la place de la valeur auto soit sous forme de chiffre, soit sous forme d'expression calculable (cela concerne et aussi tous les paramètres qui peuvent être installés par le système automatiquement).

En choisissant *Fixed-step* il est nécessaire aussi de donner le régime du calcul (Mode). Pour le paramètre *Mode* trois variantes sont possibles :

- *MultiTasking* (problèmes multiples) – il est nécessaire d'utiliser, si dans le modèle ils existent des sous-systèmes fonctionnant parallèlement, et le résultat du fonctionnement du modèle dépend des paramètres de temps de ces sous systèmes. Le régime permet de mettre en évidence la non concordance entre la vitesse et la discrédité des signaux, qui peuvent être envoyés par les blocs les uns aux autres.
- *SingleTasking* (problème unique) – est utilisé pour des modèles, dans lesquels, la synchronisation stricte et insuffisante du fonctionnement des composantes n'influe pas sur le résultat final de la modélisation.
- *Auto* (Choix automatique du régime) – permet à Simulink d'installer automatiquement le régime *MultiTasking* pour des modèles, dans lesquels on utilise les blocs avec différentes vitesses de transmission des signaux et le régime *SingleTasking* pour les modèles, dans lesquels il y a des blocs, qui opèrent à vitesses égales.

En choisissant *Variable-Step* dans le domaine, les champs pour l'introduction de trois paramètres apparaissent :

- *Max step size* – le pas maximal du calcul. Par défaut il mentionne automatiquement (auto) et sa valeur dans ce cas est égale à 1/50 de la différence entre *StopTime* et *StartTime*. Très souvent cette valeur se trouve très grande, et les graphiques à observer deviennent des lignes brisées et continues. Dans ce cas il est nécessaire de donner d'une façon claire la valeur du pas maximal du calcul.
- *Min step size* – le pas minimal du calcul.

- *Initial step size* – la valeur initiale du pas de la modélisation.

En modélisant les systèmes continus avec l'utilisation du pas variable, il est nécessaire d'indiquer la précision des calculs : relative (*Relative tolerance*) et absolue (*Absolute tolerance*). Par défaut elles sont égales respectivement à  $10^{-3}$  et *auto*.

Dans la partie inférieure du classeur *Solver*, on donne les réglages des paramètres d'affichage des signaux de sortie du système à modéliser (*Output options*).

Pour un paramètre donné, il est possible de choisir une des trois variantes suivantes :

- *Refine output* (affichage corrigé) – permet de changer la discrédité de l'enregistrement du temps du modèle et des signaux, qui sont gardés dans l'espace de manipulation de MATLAB à l'aide du bloc *To Workspace*. La fixation de la valeur de discrédité est effectuée dans la barre d'édition *Refine factor*, située à droite. Par défaut la valeur *Refine factor* égale à 1, cela signifie, que l'enregistrement s'effectue avec un pas  $D_t = 1$  (c'est-à-dire pour chaque valeur du temps de modélisation). Si on donne *Refine factor* égal à 2, cela signifie, que chaque deuxième valeur des signaux sera enregistrée, égal à 3 – chaque troisième valeur etc. Le paramètre *Refine factor* peut prendre seulement des valeurs entières et positives.
- *Produce additional output* (affichage complémentaire) – permet l'enregistrement complémentaire des paramètres du modèle à des moments de temps donnés ; leurs valeurs sont introduites dans la barre d'édition (dans ce cas elle est appelée *Output times*) sous forme de liste, écrite entre crochets. En utilisant cette variante le pas de base de l'enregistrement ( $D_t$ ) est égal à 1. Les valeurs du temps dans la liste *Output times* peuvent être des fractions de chiffre et avoir n'importe quelle précision.
- *Produce specified output only* (formater seulement l'affichage donné) –montre l'affichage des paramètres du modèle seulement à des temps donnés, qui sont indiqués dans le champ *Output times* (les temps d'affichage).