

ТРЕХМЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ¹

А.В. Казаков, А.Н. Рязанцев

Исследуется методика имитационного геометрического моделирования работы гибких производственных модулей (ГПМ) в трехмерном пространстве. Основной целью исследования данной методики является создание имитационных геометрических моделей гибких производственных модулей для повышения эффективности решения задач конструкторской и технологической подготовки производства. В процессе разработки и исследования методики детально рассматриваются методы декомпозиции геометрических моделей ГПМ, моделирования перемещений блоков и групп модели в пространстве и времени.

Ключевые слова: геометрическая модель, ГПМ

При быстром обновлении номенклатуры машин, одновременном возрастании их сложности и точности возникает необходимость оперативной перестройки производства. Учитывая, что современное машиностроение примерно на три четверти имеет среднесерийный и мелкосерийный характер производства, традиционные организационно-технические средства становятся тормозом для обновления продукции.

Для решения задачи сокращения затрат времени на перестройку производства в 60-х годах двадцатого столетия были разработаны методы групповой технологии [1]. С появлением микропроцессоров, микро-ЭВМ, станков с программным управлением, развитием робототехники в конце 70-х, начале 80-х годов для этих же целей были созданы гибкие производственные модули (ГПМ) и гибкие производственные системы (ГПС) [2], которые в сочетании с групповой технологией обработки решили задачу автоматизации мелкосерийного производства.

Опыт внедрения ГПМ и ГПС [3,4,5] показал их существенное преимущество по сравнению с участками, состоящими из универсальных станков. Однако при создании и эксплуатации ГПМ и ГПС возникли и проблемы.

- ГПС не достигла поставленных целей по рентабельности;
- в некоторых случаях эксплуатационники получили опыт о фактически слабой гибкости;
- конструктивные элементы ГПС, например, станки, системы управления и периферийные устройства часто вызывали проблемы по стыковке;
- эксплуатационники не имели достаточной подготовки к эксплуатации сложной системы;
- длительным был срок выполнения проекта от конструирования до запуска системы.

Некоторые проблемы, возникающие при проектировании и эксплуатации таких сложных систем, как ГПС могут быть устранены путем применения методов имитационного геометрического моделирования работы ГПМ и ГПС.

¹ Работа выполнена в ходе дипломного проектирования на кафедре «Технология машиностроения»

Исследование методов имитационного геометрического моделирования выполнялось на примере гибкого производственного модуля токарной обработки.

При разработке трехмерной имитационной геометрической модели ГПМ были решены следующие задачи:

- декомпозиция основных компонентов ГПМ (портального робота, станка с ЧПУ, тактового стола, кассеты) на блоки, совершающие рабочие и вспомогательные перемещения;
- синтез групп блоков, которые совершают совместное перемещение;
- определение матриц 3D-преобразований для пространственных перемещений блоков и их групп в направлении заданных координатных осей и траекторий;
- разработка методов задания скорости перемещения в пространстве блоков модели и их групп в соответствии с реальными скоростями рабочих и вспомогательных перемещений элементов ГПМ;
- моделирование процессов загрузки-выгрузки заготовок в кассету и рабочую зону токарно-винторезного станка.

На основе анализа основных компонентов современных ГПМ и перемещений в процессе загрузки-выгрузки заготовок разработана иерархическая схема его декомпозиции, которая отражает состав блоков и групп, перемещающихся в пространстве автономно или в составе группы. Схема декомпозиции портального робота на блоки и группы приведена на рис. 1.

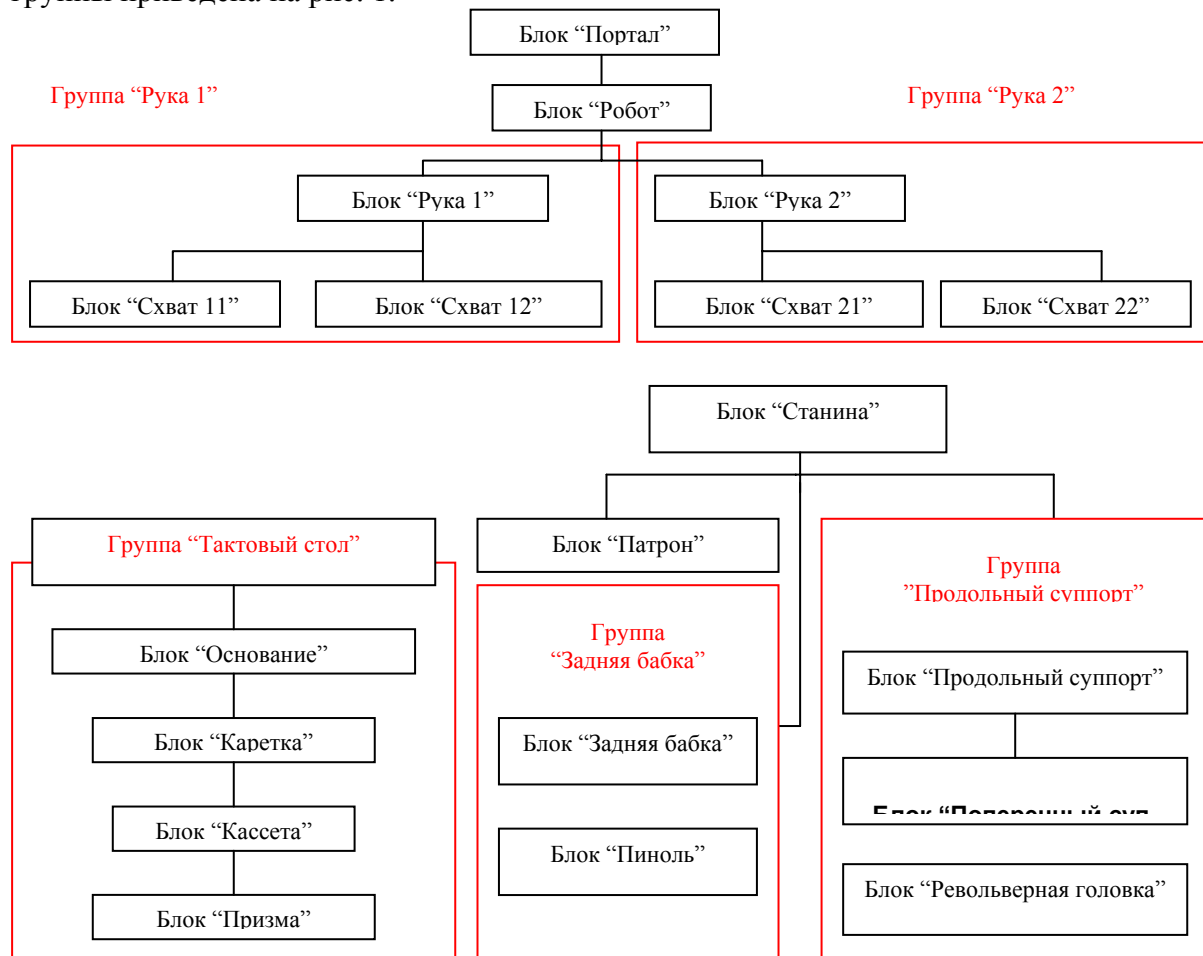


Рис. 1 - Схема декомпозиции ГПМ на группы и блоки

Трехмерная геометрическая модель ГПМ формировалась из блоков, которые имеют характерные точки привязки в системе координат модели. Использование точек привязки обеспечивает точное построение модели, а в дальнейшем используется для реализации перемещения блоков в трехмерном пространстве. Каждый из блоков модели ГПМ сформирован в собственной локальной системе координат. Использование собственных координат существенно упрощает процедуры создания блоков и их групп. На рис. 2 приведены примеры трехмерных геометрических моделей блоков ГПМ, созданных в собственных локальных системах координат.

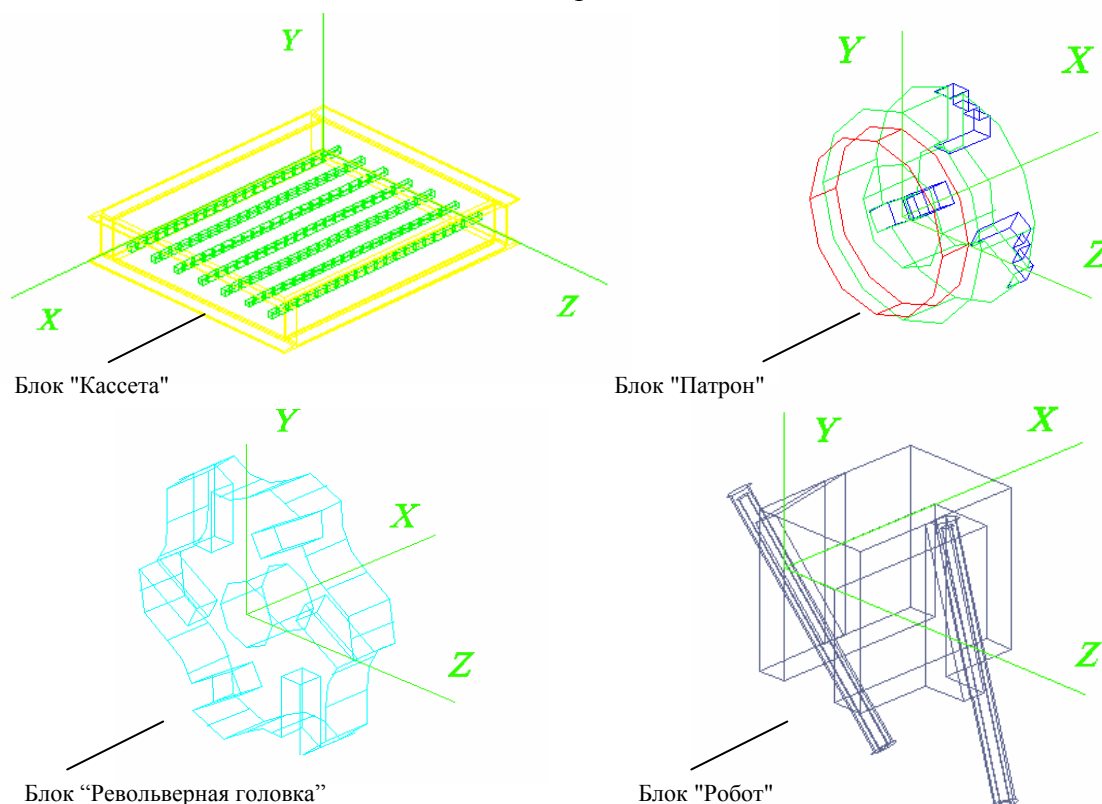


Рис. 2 – Примеры выполнения трехмерных геометрических моделей блоков ГПМ

Полная модель ГПМ на базе токарно-винторезного станка с ЧПУ приведена на рис.3. С целью сокращения трудоемкости создания модели, блоки, не влияющие на решение поставленных задач, выполнены упрощенно, но с соблюдением реальных размеров узлов и рабочего пространства.

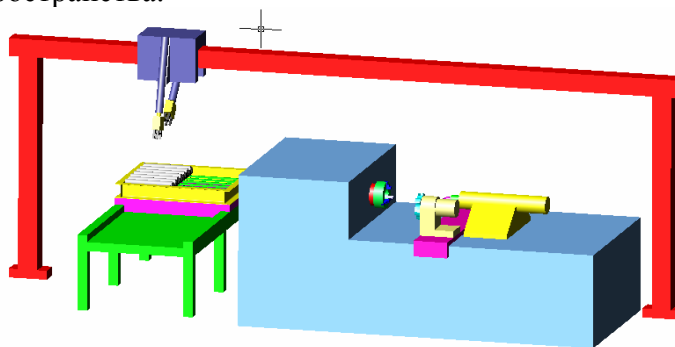


Рис. 3 – Трехмерная геометрическая модель ГПМ на базе токарно-винторезного станка

На основе анализа перемещений блоков ГПМ при выполнении операций загрузки и выгрузки установлено, что моделирование рабочих перемещений узлов системы может быть выполнено с помощью двух типов преобразований, линейного перемещения вдоль заданной оси и вращения вокруг оси. Для имитации перемещений блоков ГПМ в трехмерном пространстве по заданным траекториям разработана библиотека программ

Для реализации перемещений блоков модели с заданными рабочими скоростями разработано оригинальное программное обеспечение, которое использует системное время ЭВМ, и позволяет выполнить привязку перемещений к реальному времени. С использованием разработанного информационного и программного обеспечения выполнено имитационное моделирование типовой циклограммы работы ГПМ на базе разработанной трехмерной геометрической модели.

Отдельные характерные фазы выполнения циклограммы работы ГПМ показаны на рис. 4.

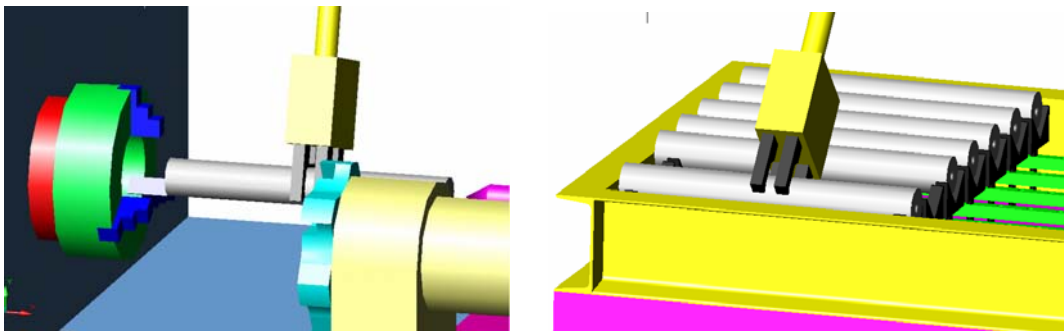


Рис. 4 - Фазы выполнения циклограммы работы ГПМ – загрузка заготовки в кассету и загрузка рабочей зоны станка.

Результаты исследований имитационного, трехмерного, геометрического моделирования работы гибкого производственного модуля токарной обработки показали, что подобные модели могут быть использованы на стадии проектирования ГПМ и при его эксплуатации.

На стадии проектирования, возможно выявление недостатков компоновки ГПМ и выбор наиболее рациональной компоновки на основе анализа качественных и количественных характеристик модели.

В сфере производства подобные модели могут найти применение для создания графического интерфейса систем для автоматизации программирования работы ГПМ. Анализа разработанных управляющих программ ГПМ, для выявления возможных аварийных ситуаций, возникающие в процессе установки заготовки на станок и отладки программ работы модуля вне станка и тем самым решить главную проблема ГПС - строгую и точную ориентацию в пространстве заготовок при всех манипуляциях загрузки и выгрузки. Кроме того, помощью подобных моделей возможно корректное нормирование технологических операций, выполняемых на ГПМ и определение плановой загрузки станка для различных партий заготовок.

Такие возможности имитационных геометрических моделей позволяют сократить сроки технической подготовки производства, повысить ее качество и более эффективно эксплуатировать дорогостоящее оборудование.

Литература

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т.1. Организация группового производства, 3-е изд., перераб. и доп. -Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1983. - 407 с., ил.
2. Гибкие производственные комплексы / Под редакцией П.Н.Белянина и В.А.Леценко. – М.: Машиностроение, 1984, -384 с., ил.

3. *Нахапетян В.Г.* Диагностирование оборудования гибкого автоматизированного производства. – М.: Наука, 1985.
4. *Гавриш А.П.* и др. Роботизированные механообрабатывающие комплексы машиностроительного производства. – К. : Техника, 1984, - 198 с.
5. *Горюшкин В.Н.* Основы гибкого производства деталей машин и приборов. /Под ред. *А.Ф.Прохорова.*- Мн.: Наука и техника, 1984, - 222 с.

Казакон Алексей Владимирович

Студент машиностроительного факультета
Белорусско – Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 46-60-77, 295-44-20-96

Рязанцев Александр Николаевич

Доцент кафедры «Технология машиностроения»
Белорусско – Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 25-67-08
E-mail: ralex10@jandex.ru