

**УДК 621: 658.511**

## **ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧАСТКОВ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСРЕДСТВОМ ИХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Филин Максим Андреевич

*Студент 6 курса,*

*кафедра «Технологии машиностроения»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.А. Ковалев, кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры «Технология машиностроения»*

При проектировании участков механосборочного производства (УМП) основной задачей является достижение наибольших технико-экономических показателей (ТЭП), в частности, высокой производительности выпуска изделий и коэффициентов загрузки оборудования, низкой продолжительности технологического цикла и объема незавершенного производства.

На сегодняшний день для оценки ТЭП проектируемых УМП используется математическое и имитационное моделирование. Математическое моделирование заключается в разработке аналитических зависимостей ТЭП от параметров функционирования УМП, однако данный подход характеризуется низкой точностью и невозможностью его применения при анализе сложных производственных систем. Наиболее перспективным методом является имитационное моделирование, позволяющее оценивать значения ТЭП с более высокой точностью при проектировании УМП с учетом изменения структуры и параметров функционирования модели, а также получать информацию о состоянии производственного процесса в любой момент времени моделирования [1-2].

При имитационном моделировании используются четыре основных подхода: динамическое моделирование, системная динамика, дискретно-событийное и агентное моделирование. При проектировании УМП наиболее универсальным является использование комбинации дискретно-событийного и агентного подходов. Дискретно-событийное моделирование основано на получении выходных параметров функционирования УМП в момент времени изменения состояния модели, связанного с такими действиями (событиями) как получение заготовок на складе, окончание технологической операции, завершение технологического процесса и т.п. [3]. Данный подход позволяет оценивать такие параметры производственного участка как производительность выпуска продукции, коэффициенты загрузки основного и вспомогательного оборудования, средние значения объема незавершенного производства. Модель в таком случае задается графически в виде диаграммы процесса или же блок-схемы, блоки которой представляют собой отдельные операции. Агентное моделирование в свою очередь основано на непрерывном получении выходных данных с агентов модели, которыми могут выступать обрабатываемые изделия, транспортные средства, технологическое оборудование и персонал УМП. Таким образом, агентное моделирование позволяет оценить такие параметры производственного процесса как длительность технологического цикла изготовления изделий, а также продолжительность времени пребывания обрабатываемых изделий на технологическом оборудовании, накопителях и транспортных средствах [4].

В настоящий момент существует большое количество программных продуктов имитационного моделирования производственных систем, имеющих различные

области применения. Среди отечественных программных продуктов имитационного моделирования наибольшее распространение получил Anylogic ввиду широкого функционала и наличия студенческой версии программы.

В данной работе был проведен анализ функционирования гибкого автоматизированного участка механической обработки четырех деталей типа «Корпус» с применением имитационного моделирования в среде Anylogic (Рис. 1) с целью определения параметров дисциплины обслуживания заготовок, обеспечивающих минимальный объем незавершенного производства:  $UP \rightarrow \min$ . Граничными условиями являются: действительный фонд времени ( $\Phi_d$ ), полученный в результате моделирования, который должен быть меньше эффективного фонда времени ( $\Phi_3$ ):  $\Phi_d \leq \Phi_3$ ; коэффициенты загрузки оборудования не должны превышать значения 0,95.

В качестве параметров дисциплины обслуживания заготовок, оказывающих основное влияние на ТЭП УМП, были выбраны: частота появления заготовок в отделении комплектации  $t = 16-27$  часов; количество заготовок в кассете, которая транспортируется при помощи промышленных роботов  $n = 1-9$  заготовок.

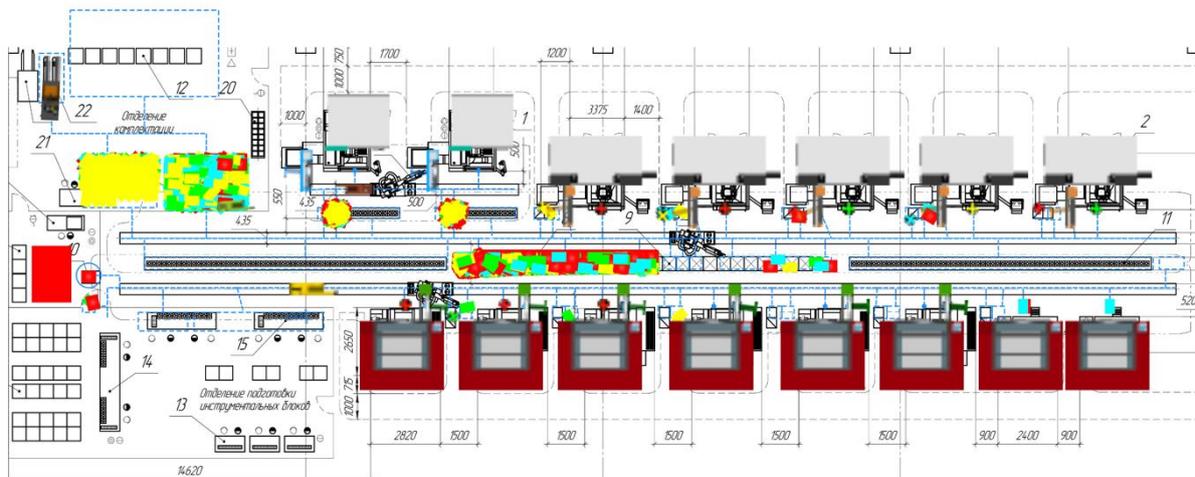


Рис. 1. Графическая модель УМП

В результате анализа моделирования участка получены регрессионные уравнения, раскрывающие зависимость ТЭП УМП от частоты появления заготовок на пункте комплектации ( $t$ ) и количества заготовок в кассете ( $n$ ), которые позволили определить значения  $n$  и  $t$ , обеспечивающие минимальный объем незавершенного производства при соблюдении заданных граничных условий.

## Литература

1. Ковалев А.А., Краско А.С., Зуев В.В., Пирогов В.В. Оптимизация грузопотоков в технологических комплексах механосборочных производств посредством имитационного моделирования компоновочно-планировочных решений в программной среде AnyLogic: Учебное пособие. М.: Издательство «Спутник +», 2021. 146 с.
2. Ковалев А.А., Краско А.С., Пирогов В.В., Зуев В.В. Имитационное моделирование работы технологического комплекса в программной среде AnyLogic: Учебное пособие. М.: Издательство «Спутник +», 2021. 161 с.
3. Албагачиев А.Ю., Краско А.С. Модель загрузки транспортно-загрузочного средства гибкой производственной системы // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019. № 4. С. 77-88.
4. Усачев Ю.И. Разработка планировочных решений механосборочных цехов: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 82 с.