

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ (МОРСКОЙ ТЕХНИКИ) ВМФ

А. Г. Крылов, В. Б. Шуневич, С. Ю. Батвиннин (Санкт-Петербург)

Построению различных математических моделей системы эксплуатации судов ВМФ посвящено множество научных исследований [1,2,3]. Как правило, в них использовались достаточно передовые научные методы того времени. Однако научные методы постоянно совершенствуются и позволяют исследователю взглянуть на объект исследования по-новому. При этом, применение новых научных методов порождает новые проблемы разработки моделей. Например, большая размерность системы, существенная разнородность её элементов, ограниченность вида оценок и временного интервала их применения, а также оценка достоверности полученных при исследовании результатов.

В данной статье авторы предложили вариант, как решить часть из проблем связанных с исследованием системы эксплуатации судов ВМФ.

Реальные системы можно исследовать с помощью трех типов математических моделей: статистические, математические (например, основанные на уравнениях системной динамики) и имитационные.

Система эксплуатации судов ВМФ относится к большим и сложным системам, поэтому её практически невозможно исследовать на основе одного или нескольких регрессионных зависимостей не говоря уже о построении системы (совместных или несовместных) регрессионных уравнений. Основная причина данного обстоятельства связана со значительными ограничениями проведения на данной системе активных видов эксперимента, а построение адекватной регрессионной модели на основе пассивного эксперимента существенно затруднено.

Использование систем дифференциальных уравнений (составляющие основу системной динамики) для стратегического описания поведения больших систем, зачастую, связано с неизбежными упрощениями при построении модели [4], а это непременно снижает адекватность моделей исследуемой системы. В результате такие модели становятся слушком грубыми приближениями исследуемой системы.

Разумного сочетания точности статистических моделей отдельных элементов системы и стратегического масштаба моделей системной динамики можно достичь на основе агентных имитационных моделей [5].

Сложную иерархическую структуру системы эксплуатации судов ВМФ несложно представить в виде набора агентов имеющих типовую структуру, но различных по параметрам. Пример агента системы эксплуатации судов ВМФ типа «Судно», в основу которого заложено функционирование в жизненном цикле [6], можно представить в виде диаграммы состояний (в нотации UML) (рис 1).

Несложно задать уникальные параметры для каждого такого агента. Однако агенты типа «Судно» на момент начала эксперимента должны иметь разный срок службы и находиться в одном из возможных промежуточном состоянии, например, текущем ремонте, а некоторые агенты должны появиться (быть построены) через определенное время.

Решить проблему возможно запуском процесса моделирования с момента ввода в эксплуатации самого первого агента (судна), а после достижения заданной даты осуществлять сбор статистических данных по функционированию системы. Однако в случае задания стохастических параметров системы невозможно гарантировать, что агенты в заданный момент времени будут находиться в требуемых состояниях.

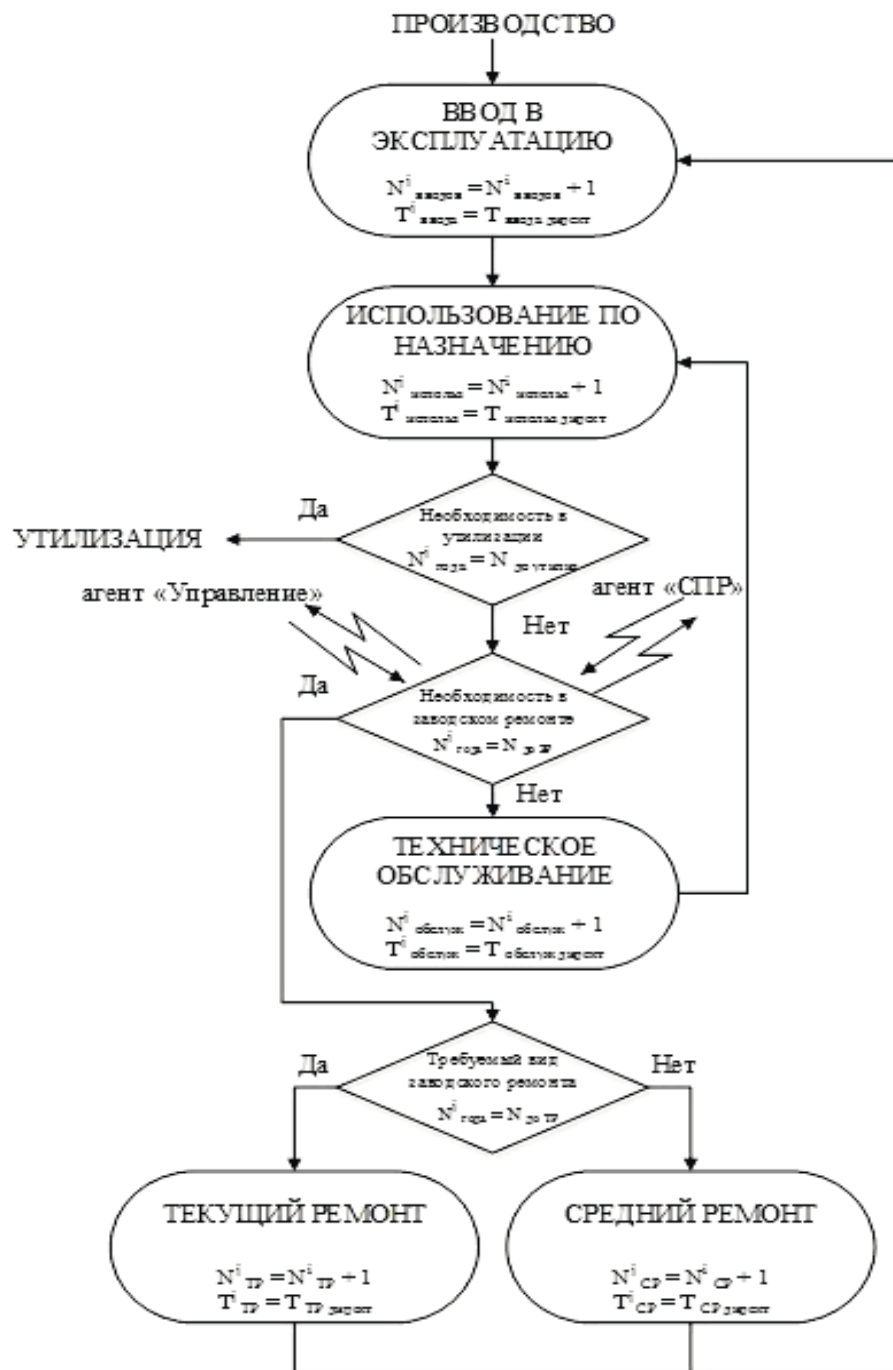


Рис. 1. Диаграмма состояний агента типа «Судно»

Таким образом, необходимо обеспечить запуск модели системы эксплуатации судов ВМФ не с первого доступного состояния, а с заранее определенного, тем самым принудительно состарить некоторых агентов. Так как диаграмма состояний агента «Судно» циклична, то данная задача не является тривиальной. Решить задачу можно назначением, при запуске модели, части параметров агентов типа «Судно» нулевых или промежуточных значений (если состояние выполнено частично), а после присвоить параметрам регламентированные (директивно заданные) значения.

В виду необходимости моделирования большого количества агентов типа «Судно» их создание и наполнение значениями параметров целесообразно осуществить не статично, а через программную репликацию, при этом значения параметров хранить

не в самой программе, а во внешнем приложении (базе данных или табличном процессоре).

Однако существует и другая проблема. Поведение отдельных агентов типа «Судно» заданных первоначально должно быть скорректировано в связи с общими нормами содержания группы (необходимостью выполнения плана использования по назначению) агентов типа «Судно». То есть отдельный агент не сможет встать в один из заводских ремонтов даже при наличии судоремонтных возможностей, т.к. в данный момент времени уже несколько агентов находятся в одном из видов заводских ремонтов. Решить подобную проблему возможно путем создания управляющего агента – агента типа «Управление» (субъекта системы эксплуатации судов ВМФ). Данный агент будет отвечать за групповой сбор статистики и выдачу дополнительных разрешений агентам типа «Судно» переходить в определенные состояния или корректировать эксплуатационный цикл. Примерная структура подобного управляющего агента представлена на рисунке 2.

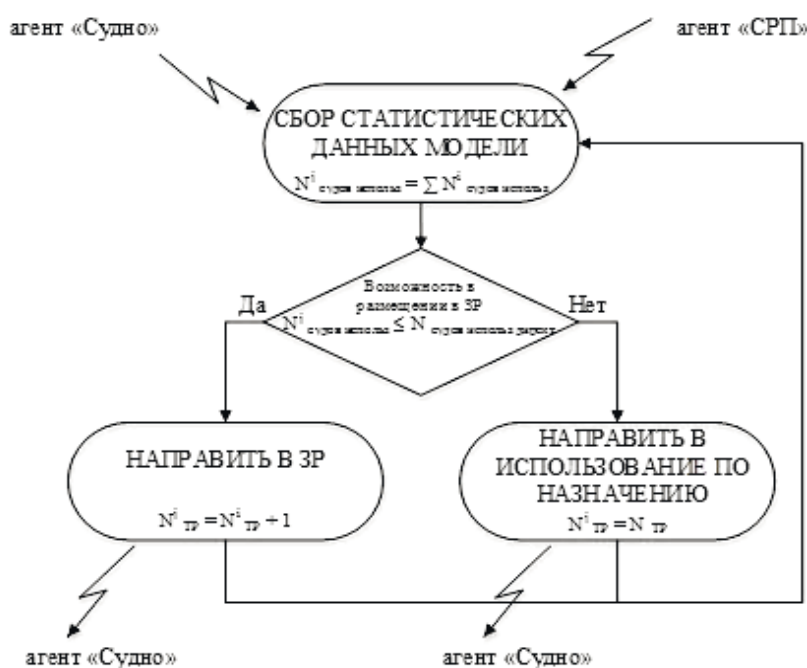


Рис. 2. Диаграмма состояний агента типа «Управление»

Для более адекватного моделирования обслуживающих элементов системы эксплуатации судов ВМФ необходимо создать дополнительного агента, который будет представлять судоремонтное предприятие, - агента типа «СРП». Степень его детализации (моделирования) будет зависеть от решаемых задач исследования. Например, он может быть представлен в виде диаграммы состояний (рисунок 3).

Программно реализовать предложенную модель системы эксплуатации судов ВМФ целесообразно в программном продукте компании The AnyLogic Company – AnyLogic. Демонстрационный прототип данной модели реализован в научных результатах кафедры. В настоящий момент проводятся работы по настройке модели и её усложнению.

Таким образом, в результате исследования системы эксплуатации судов ВМФ, относящейся к большим и сложным организационно-техническим системам, был выявлен ряд проблем. Часть из таких проблем, авторам удалось решить, применив современный научный метод – агентного имитационного моделирования.

Применение данного метода позволило разработать логически адекватную модель системы эксплуатации судов ВМФ. Последующая статистическая проверка её

адекватности позволит проводить различные эксперименты и получить необходимые сведения по функционированию реальной системы.

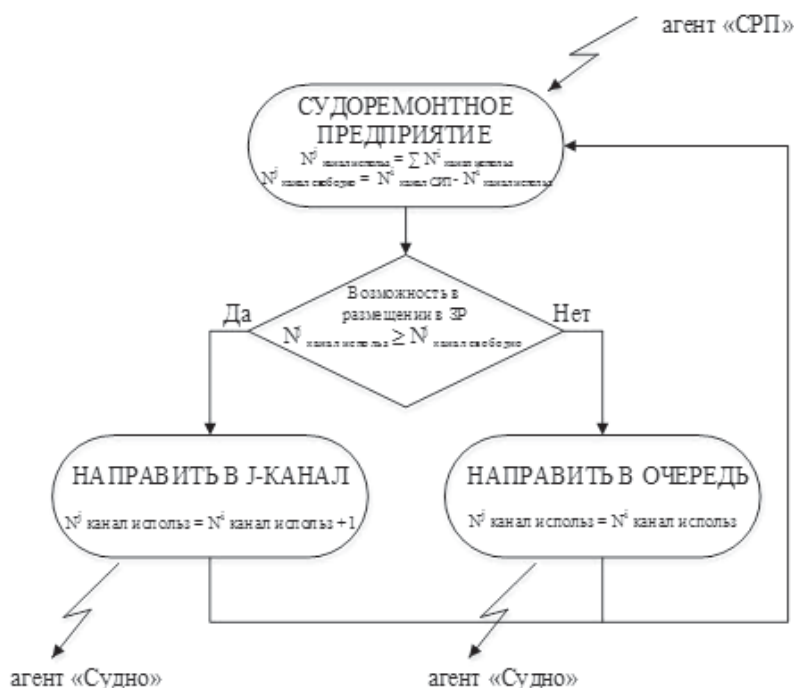


Рис. 3. Диаграмма состояний агента типа «СРП»

Полученные в результате моделирования данные по функционированию системы эксплуатации судов ВМФ в дальнейшем будут использоваться:

- для прогнозирования параметров и состояния судов ВМФ в процессе эксплуатации, а также оценки эффективности их использования;

- для определения потребности судов в техническом обслуживании и заводских ремонтах, динамики загруженности средств технического обслуживания и судоремонтных мощностей;

- для оценки последствий принятых решений по обеспечению плана использования судов, обоснования корректуры в эксплуатационный цикл.

Внедрение метода агентного имитационного моделирования в ВМФ, несомненно, позволит более эффективно организовать процессы эксплуатации судов и избежать ошибок при принятии управленческих решений.

Литература

1. Львовский В.П., Бютнер Г.Г. Организация технического обслуживания судов при удлиненном межремонтном периоде. М.: «Транспорт», 1978. 190 с.
2. Саушев А.В. Методы управления состоянием электротехнических систем. СПб.: СПГУВК, 2004. 126 с.
3. Кравченко А.Ю., Судов Е.В., Артеменко В.Б. Модель системы технической эксплуатации вооружения и военной техники на основе анализа логистической поддержки. М.: Вооружение и экономика (№2). 2017. С. 33-43.
4. Акопов А.С. Имитационное моделирование. Учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2016. 389 с.
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург. 2005. 280 с.
6. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения [Текст]. Введ. 1983-07-2-13. М.: Издательство стандартов, 1983. 7 с.