

УДК 631

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Анисимов Андрей Валерьевич, аспирант кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gitalinil@yandex.ru

Новиченко Антон Игоревич, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГЛУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, novichenko@rgau-msha.ru

***Аннотация:** предложена концепция разработки методики определения оптимальных параметров технологических процессов в природообустройстве. В основу методики положено имитационное моделирование различных вариантов реализации технологического процесса с использованием мультиагентного подхода.*

***Ключевые слова:** мультиагентные системы, исследование сложных систем, имитационное моделирование, оптимизация параметров техпроцесса, технологические комплексы машин, природообустройство, реконструкция оросительной сети, эффективность эксплуатации, средства механизации.*

Во многих сферах человеческой деятельности существует класс таких объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели, либо разработанные модели не подходят для проведения результативных

вычислительных экспериментов. В этом случае математическая модель заменяется имитационной моделью.

Имитационное моделирование - это разработка и выполнение на компьютере специализированного программного функционала, отражающего структуру и поведение моделируемого объекта или явления во времени. Программный комплекс, полученный при этом, называют имитационной моделью этого объекта или явления. Имитационная модель - это упрощенное представление реальной системы, либо существующей, либо той, которую предполагается создать.

В имитационном моделировании можно выделить следующие основные виды: динамические системы, системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование [1]. Математически системная динамика и динамические системы оперируют в основном с непрерывными во времени процессами, тогда как дискретно-событийное моделирование и агентное моделирование - в основном с дискретными.

В дискретно-событийном моделировании функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий. В основе этого подхода лежит концепция заявок, ресурсов и потоковых диаграмм, определяющих потоки заявок и использование ресурсов. Событие происходит в определенный момент времени и влечет изменение состояния системы. Заявки стоят в очередях, обрабатываясь, захватывая и освобождая ресурсы, разделяясь, соединяясь и т.д.

Дискретно-событийную модель можно рассматривать как глобальную схему обработки заявок, обычно со стохастическими элементами [2]. В отличие от системной динамики и дискретно-событийных моделей агентные модели децентрализованы. Здесь не определяется поведение системы в целом, поведение агентов определяется на индивидуальном уровне, а динамика системы возникает как результат деятельности многих агентов.

Мультиагентное моделирование является подходом более универсальным и мощным, поскольку оно позволяет учесть любые сложные структуры и поведения. Другое важное преимущество мультиагентного моделирования в том, что разработка модели возможна в отсутствии знания о глобальных зависимостях: необходимо определять индивидуальную логику поведения участников процесса для того, чтобы построить мультиагентную модель и вывести из нее характер глобального поведения всей системы. Мультиагентную модель проще поддерживать: уточнения обычно делаются на локальном уровне и не требуют глобальных изменений.

В настоящее время мультиагентные системы (МАС) используются для создания широкого спектра информационных систем, которые условно можно разделить на три больших класса:

Открытые системы. Структура таких систем может изменяться в процессе их функционирования. Одним из примеров самой открытой и большой системы является Интернет. Такие свойства агента как социальность и автономность позволяют эффективно использовать его в открытых системах.

Сложные распределенные системы. Для борьбы с возрастающей сложностью лучшим методом являются модульность и абстракция. Агент обладает высокой степенью автономности, что позволяет ему уменьшить зависимость между частями общей системы, а значит, упростить её реализацию и проектирование.

Интерактивные системы. Современные информационные системы, несмотря на графический интерфейс и серьезную справочную систему, требуют затрачивать достаточно много времени конечного пользователя на их освоение. Агенты могут помочь в построении интерактивной системы, которая будет активно и интеллектуально взаимодействовать с ним, стремясь к достижению общей цели.

Ключевым понятием в мультиагентных системах является агент. Это понятие используется во многих областях прикладного и системного программирования. Также это понятие является основным в области искусственного интеллекта и распределенных интеллектуальных систем [3].

Построение мультиагентных моделей требует определения множества агентов и основ их поведения, определения взаимоотношений между агентами и теоретических основ этих отношений, выбора платформы для мультиагентного моделирования [4].

Технологические процессы в сельском хозяйстве и, в частности, в природообустройстве представляют собой сложные динамические процессы, сопровождаемые воздействием множества внешних и внутренних факторов вероятностной природы. Для обеспечения эффективной реализации выбранной технологической схемы производства работ необходимо учитывать особенности как самого технологического процесса, так и особенности эксплуатации средств механизации работ [5].

Экономический эффект обеспечивается в случае рационального распределения машин по всем выполняемым технологическим процессам, что является достаточно труднореализуемой на практике задачей. Решение данного вопроса включает в себя учет множества факторов и критериев относительно каждого технологического элемента процесса, влияющих в целом на всю производственную деятельность предприятия и его эффективность.



Рис. Общий вид структуры производственного процесса

$$I = \sum_N (P_i - Z_i - U_i), \quad (1)$$

где I – суммарный доход от деятельности предприятия, руб.;

N – количество технологических процессов, ед.;

P_i – выделенные на производство работ средства, руб.;

Z_i – затраты на реализацию работ, руб.;

U_i – величина ущерба, вызванная срывом нормального хода производственного процесса, руб.

Учет совокупности параметров и действующих факторов, а также эффектов от сочетания различных параметров и вероятностей событий позволяют описать технологическую систему любой сложности.

Общий вид функционального описания взаимодействия элементов технологической системы в области природообустройства имеет описание:

$$S = \{t, c, x, q, y, \varphi, \beta\}, \quad (2)$$

где t – область временных периодов; c – множество возможных входных возмущений; x – набор мгновенных значений входных возмущений; q – множество состояний; y – набор значений выходных величин; φ – переходная функция состояния системы; β – отклик системы.

Сокращение затрат при реализации механизированных работ и прогнозирование возможных потерь при использовании различных вариантов технологии проведения работ и условий эксплуатации комплекса машин позволяет повысить доход от деятельности предприятия за счет применения наиболее эффективных сочетаний параметров технологических элементов комплексов машин при выполнении технологических процессов.

В целом, можно говорить о том, что в последнее время информационные системы стали настолько сложными, а класс решаемых задач настолько обширным – что построение многофункциональной системы становится нецелесообразным, затратным и долгим по времени, а смена какой-либо задачи непременно приведет к необходимости перерабатывать систему или отдельные её модули. Гораздо технологичней построить систему агентов, в которой каждый агент, даже при условии, что он будет менее совершенен, чем система в целом, будет ориентирован на своей области, а для решения сложных задач агенты будут кооперироваться в зависимости от своих целей и возможностей.

Традиционные подходы имитационного моделирования рассматривают объекты моделирования как нечто среднее арифметическое или как пассивные заявки или ресурсы в процессе. Эти методы не учитывают индивидуальных особенностей каждого из моделируемых объектов. В то же время именно в силу этих особенностей может изменяться динамика всей системы в целом. Агентное моделирование лишено этих недостатков, оно рассматривает объекты как активные, взаимодействующие между собой элементы, способные проявлять индивидуальные свойства. По этой причине можно считать агентное моделирование наиболее предпочтительным традиционным подходом.

Библиографический список

1. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 - С.400.
2. КельтонД.В., ЛоуА.М. Имитационное моделирование,- СПб.: Питер, 2004,- С.847.
3. Анисимов А.В. Исследование сложных организационно-технологических систем в АПК методом статистических испытаний с применением распределенных вычислений/ А.В. Анисимов, А.И. Новиченко, В.И. Горностаев// Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И.С. Шатилова, г. Москва, 6-7 июня 2017 г.: Сб. статей,-М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017.-С. 318-319.
4. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование: Теория и технологии,-М.: Альтекс-А, 2004-С. 384.
5. Новиченко А.И. Решение задач оптимизации парка машин и технологического оснащения АПК с применением технологий мультиагентного подхода / А.И. Новиченко, В.И. Горностаев // Сб. трудов ТСХА. Вып. 288 - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016,-С. 281-285.