

УДК 630.43

Интерактивная имитационная система для обучения тактике борьбы с природными пожарами

Interactive imitation system for training tactics to combat wildfires

Буслов И.А.

Доррер А.Г.

канд. тех. наук

Доррер Г.А.

д-р. тех. наук, проф.

Козлова А.А.

Яровой С.В.

Сибирский государственный
университет науки
и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева

Кобыжакова С.В.

ФГБОУ ВО Сибирская
пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России

g_a_dorrer@mail.ru

Buslov I.A.

Dorrer A.G

candidate of engineering
sciences

Dorrer G.A

doctor of engineering sciences,
professor

Kozlova A.A

Yarovoy S.V

Reshetnev University of science
and technologies

Kobijzakova S.V

FSBEE HE Siberian Fire
and Rescue Academy
EMERCOM of Russia

Рецензент:

Осавельюк П.А.

канд. тех. наук

Аннотация:

Представлена система FIREMAN, предназначенная для обучения персонала различных ведомств основам технологии и тактики борьбы с природными пожарами. Система представляет собой web-ориентированный программный комплекс на базе обучающей системы MOODLE и имитационной программы TAIGA-3. Функции системы MOODLE: предварительное обучение и тестирование обучаемого, управление процессом имитационного моделирования, оценка действий обучаемого тьютором. Программа TAIGA-3 осуществляет имитационное моделирование и отображение на карте местности пожарной ситуации: распространение пожара, принимаемые решения по борьбе с пожаром, их результативность.

Ключевые слова: природные пожары, обучение персонала, система дистанционного обучения MOODLE, компьютерный тренажер TAIGA-3.

Abstract:

FIREMAN system is intended for training of various departments' personnel on the basics of technology and tactics of wildfires extinguishing. The system is a web-oriented software package based on LMS MOODLE and simulation program TAIGA-3. Moodle provides preliminary training and testing of the trainee, management of the simulation process, assessment of the student's actions by tutor. TAIGA-3 provides simulation process and mapping of the fire situation on the map of the area: spread of the fire, decisions taken to confront the fire, it effectiveness.

Key words: wild fires, peersonal training, Learning Management System MOODLE, computer trenager TAIGA-3.

Введение

Борьба с природными пожарами – это сложный и зачастую опасный процесс, связанный с работой многих ветвей власти, организаций, служб, их взаимодействием между собой и с населением [1-4]. Своевременное обнаружение, локализация и ликвидация природного (лесного, торфяного, степного и т.п.) пожара достигается эффективным планированием и работой на всех уровнях принятия решений: стратегическом, оперативном, тактическом; достаточным материально-техническим обеспечением; использованием современных научно-технических разработок в области мониторинга и тушения пожаров и многими другими факторами. Таким образом, тушение природного пожара – сложный, разносторонний процесс, требующий хорошей организации.

Хорошая организация подразумевает, в числе прочего, полное, всестороннее нормативно-правовое и методическое обеспечение.

Особую роль в этом процессе играет качественная подготовка персонала, осуществляющего борьбу с пожаром. При этом следует иметь в виду, что в тушении природных пожаров участвует персонал различных ведомств: сотрудники лесопожарных центров Минприроды РФ, персонал ФБУ «Авиалесоохрана», подразделения федеральных органов пожарной охраны Министерства ГОЧС, члены добровольных пожарных дружин, создаваемых органами государственной власти и муниципалитетами, персонал предприятий и организаций, привлекаемых к тушению природных пожаров.

Обучение персонала правилам и тактике борьбы с природными пожарами осуществляется в образовательных системах различного уровня – от специальной подготовки в высших учебных заведениях до краткосрочных курсов для привлекаемых работников сторонних предприятий и организаций. Однако независимо от уровня учебного заведения, в котором проведено обучение, члены противопожарных команд должны обладать базовыми знаниями техники безопасности на пожарах, способы и тактику борьбы с природными пожарами.

Как известно, одной из эффективных форм

обучения и повышения квалификации персонала в настоящее время является использование систем интерактивного компьютерного обучения, которые позволяют осуществлять индивидуальный подход к обучаемым как при освоении материала, так и при тестировании. Отдельный класс обучающих систем представляют компьютерные тренажеры, широко используемые в различных областях. Учитывая динамичный характер процесса распространения природного пожара и необходимость принимать оперативные решения, обучающая система должна включать элементы тренажера – имитационную подсистему, с помощью которой обучаемый мог бы наблюдать на карте развитие пожарной ситуации, принимать решения и оценивать их эффективность.

В настоящей работе рассматривается разработанная авторами интерактивная имитационная система FIREMAN, предназначенная для обучения персонала основам знаний о природных пожарах и правилам принятия решений по борьбе с ними.

1. Структура и функции системы FIREMAN

Система представляет собой web-ориентированный программный комплекс на базе обучающей системы MOODLE и программы ТАЙГА-3. Структура и компоненты системы FIREMAN показаны на рисунке 1.

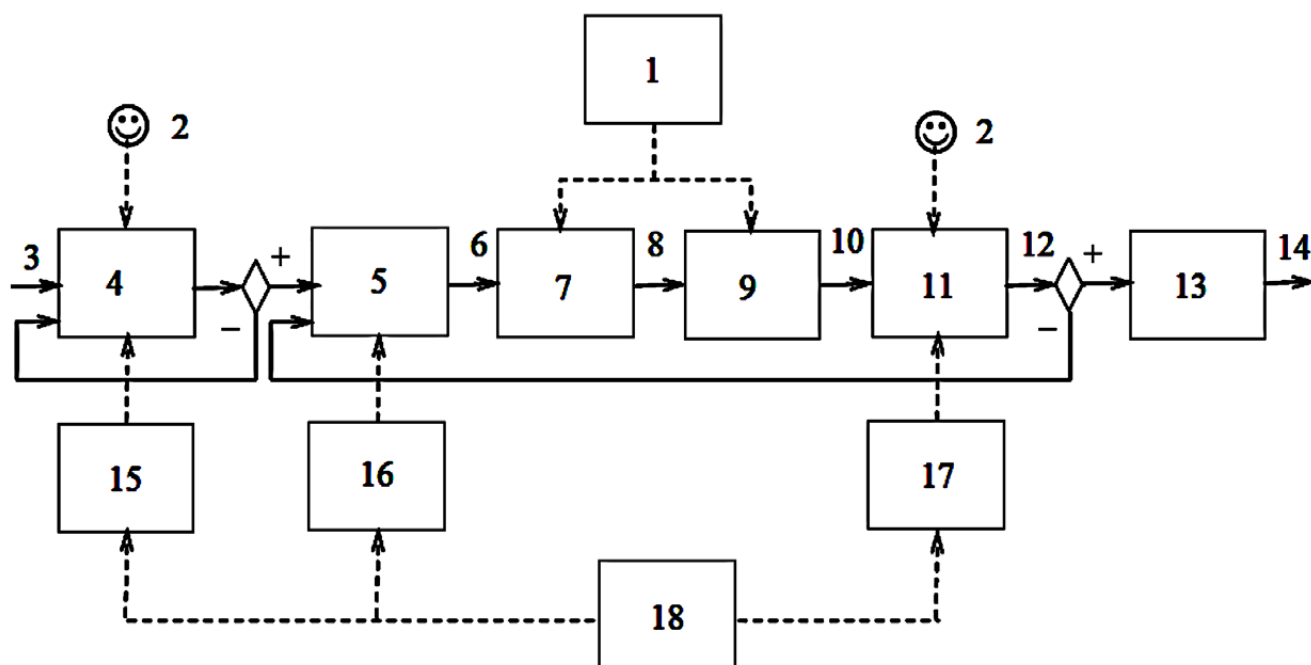


Рис.1. Структура имитационной обучающей системы FIREMAN.

Обозначения на схеме: 1 – программа ТАЙГА-3; 2 – тьютор; 3 – вход в систему; 4 – обучение и тестирование; 5 – выбор сценария игры; 6 – данные сценария; 7 – имитация процесса борьбы с пожаром; 8 – события в системе; 9 – формирование протокола событий; 10 – протокол событий; 11 – оценивание действий обучаемого; 12 – оценка успешности действий обучаемого; 13 – формирование документа о прохождении обучения; 14 – окончание обучения; 15 – интерактивный курс по основам тактики борьбы с пожарами и технике безопасности; 16 – база сценариев; 17 – правила оценивания работы обучаемого; 18 – система MOODLE.

Рассмотрим функции компонентов системы FIREMAN.

Функции системы MOODLE:

- Предварительное обучение и тестирование обучаемого,
- Выбор варианта сценария борьбы с пожаром,
- Передача данных по сценарию в программу ТАЙГА-3
- Получение сообщений о событиях из программы ТАЙГА-3
- Формирование протокола событий,
- Оценивание решений, принятых обучаемым,
- Формирование общей оценки работы обучаемого,
- Формирование зачетной ведомости.

Функции программы ТАЙГА-3:

- На основе исходных данных сценария формирование игровой ситуации: карта местности с указанием возможных объектов защиты, характеристики растительных горючих материалов (РГМ), класс пожарной опасности (КПО), скорость и направление ветра, начальная конфигурация пожара, список имеющихся противопожарных сил и средств,
- Моделирование и отображение на карте местности пожарной ситуации: распространение пожара, действие противопожарных сил и средств,
- Непрерывное (через заданный интервал времени) формирование данных о динамике пожара: площадь, пройденная огнем, длина горящей кромки, расстояние до объекта защиты и время достижения объекта пожаром,
- Формирование сообщений о принимаемых игроком решениях: вызов персонала и технических средств, указания по их перемещению, расстановка пожарных вдоль кромки пожара, построение противопожарных полос и др. с привязкой по времени,
- Выявление катастрофических ситуаций: захват пожаром объектов защиты, попадание пожарных или техники в огонь, бесконтрольное нарастание площади пожара и длины горящей кромки и др.,
- Передача данных о событиях в систему MOODLE.

Функции тьютора (модератора):

- Консультации и помощь обучаемому на этапе предварительного обучения и контроля,
- Оценивание действий обучаемого при работе с имитационной программой, формирование документа о прохождении обучения.

Опишем подробнее компоненты системы FIREMAN.

2. Обучающая подсистема на базе MOODLE

Система управления обучением (LMS, Learning Management System) MOODLE [5-6] сегодня является одной из самых популярных в мире и используется как в традиционном учебном процессе, так и при обучении персонала, проведении различных тренингов. Акроним Moodle образован из начальных букв названия: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment и переводится как модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда.

В системе MOODLE можно создавать и хранить электронные учебные материалы и задавать последовательность их изучения. Электронный формат позволяет использовать в качестве «учебника» не только текст, но и интерактивные ресурсы любого формата от статьи в Википедии до видеоролика на YouTube. Для этого в системе предусмотрена масса инструментов: вики, глоссарий, блоги, практикумы, гиперссылки, файлы и многое другое. Таким образом, система MOODLE предназначена для создания качественных дистанционных курсов и организации эффективного учебного процесса.

Система MOODLE может быть полезной и для автоматизации процесса обучения персонала основам тактики борьбы с природными пожарами [7]. Для решения этой задачи был создан дистанционный курс, интегрированный с компьютерным тренажером ТАЙГА-3.

Созданный курс должен выполнять следующие функции:

- Предварительное обучение и тестирование слушателей,
- Назначение слушателю варианта сценария прохождения игры в тренажере ТАЙГА-3,
- Получение протокола с событиями игры из программы ТАЙГА-3,
- Запись событий в виде элементов типа «эссе» в специально созданный тест,
- Оценивание тьютором решений, принятых слушателем,
- Формирование общей оценки работы слушателя,

- Формирование отчета с итоговыми оценками.

Дистанционный курс состоит из трех основных разделов. Первый раздел называется «Тестирование» и содержит в себе блок с входными тестами (рисунок 2). Вариант входного теста для слушателя определяет тьютор. Если слушатель правильно ответил на более чем 90% вопросов, ему становится доступна ссылка на имитационную систему (компьютерный тренажер) ТАЙГА-3, которая находится во втором разделе курса. Второй раздел называется «Имитационная система» (рисунок 3).

Перед началом игры в имитационной системе ТАЙГА-3 слушателю назначается номер сценария, согласно которому задана карта местности, параметры ландшафта, характер растительности и очаг пожара. Номер сценария находится в блоке «Вариант сценария», который расположен на главной странице системы справа от первого раздела курса (Рис. 4). Блок «Вариант сценария» генерирует случайное число, которое соответствует номеру сценария.

Третий раздел курса называется «Оценивание». Все действия, которые слушатель совершил во время игры, записываются в протокол, передаваемый в систему MOODLE, после чего в специальном тесте создается новая запись, в которой:

- Вопрос – развитие сценария на конкретный момент времени (скорость и направление ветра, класс пожарной опасности, площадь и конфигурация фронта пожара, расположение и направление движения противопожарных сил и др.),
- Ответ – это действия, совершенные слушателем для локализации и тушения пожара.

Все ответы в тесте хранятся в форме эссе и требуют дальнейшей оценки. Тест с результатами прохождения сценария игры доступен только для тьютора, который производит оценивание действий слушателя и выставляет оценку за каждое событие. Итоговый балл за сценарий подсчитывается автоматически и зависит от используемой статистической функции, которую выбирает тьютор. Проходной балл также устанавливает тьютор.

Если игра пройдена успешно, т.е. проходной балл набран, то обучение на этом заканчивается и формируется отчет с итоговыми оценками. Если же балл, набранный слушателем, недостаточно высок, то тьютор может предложить ему либо пройти игру заново с тем же или другим сценарием, либо пройти обучение по курсу с самого начала.

3. Имитационная программа ТАЙГА-3

Учебно-тренажерная система ТАЙГА-3 предназначена для обучения различных категорий пользователей учебно-игровым способом основам тактики борьбы с лесными пожарами. Основной задачей для обучаемого после прохождения тестирования в системе MOODLE является принятие решений по локализации очага пожара с помощью различных доступных сил и средств.

ТАЙГА-3 – это сетевая геоинформационная система (ГИС) с привязкой к реальной местности. Система имеет клиент-серверную архитектуру. Большинство вычислений при моделировании осуществляется непосредственно на клиентской машине, что снижает нагрузку на сервер и позволяет запускать прохождение различных сценариев лесопожарной ситуации одновременно на большом количестве клиентов.

Основные функции системы:

- Установка преподавателем начальных условий для каждого сценария лесопожарной ситуации (координаты и конфигурация очагов пожаров, скорость и направление ветра и др.);
- Моделирование динамики кромки низового пожара;
- Вывод в интерфейс пользователя актуальной информации о моделируемых пожарах;
- Возможность локализации пожара с помощью постройки противопожарных полос различной противопожарной техникой;
- Возможность локализации пожара методом непосредственного тушения кромки противопожарными командами различной степени оснащенности;
- Ведение и просмотр протокола прохождения сценария.

Программный комплекс ТАЙГА-3 разработан на основе мультиагентной модели [8-11]. На сервере находится база данных, в которой хранится информация о среде моделирования (реальной местности и погоде). Программный код серверной части реализован на языке PHP. Клиентская часть системы, моделирующая распространение пожара и процесс борьбы с ним, написана с использованием агентного подхода. Программа реализована на JavaScript и библиотеке с открытым исходным кодом OpenLayers. Данная библиотека предназначена для создания карт на основе программного интерфейса (API) и позволяет создать web-интерфейс для отображения картографических материалов. Библиотека может работать с данными различных картографических

сервисов, таких как OpenStreetMap, Google, Yandex и др. Более подробно программная реализация модели описана в работе [11]. Ниже представлен пример моделирования процесса тушения низового пожара с помощью разработанной системы.

4. Пример работы системы

На рисунке 2 изображено меню процесса локализации, которое расположено в правой части главной страницы системы. Меню состоит из кнопок, переключателей и текстовых полей. В левой части интерфейса рисунки 3-5).

Задача обучаемого состоит в выборе противопожарных сил и средств с целью не допустить захвата пожаром населенного пункта.

Начальные условия прохождения сценария:

1. Населенный пункт (защищаемый объект) выделен синим цветом;
2. Площадь очага лесного пожара - 0,326 га;
3. Скорость ветра под пологом леса 2 м/с;
4. Направление ветра – север;
5. Класс пожарной опасности по условиям погоды КПО - 4.

На рисунке 6 показан исходный очаг лесного пожара.

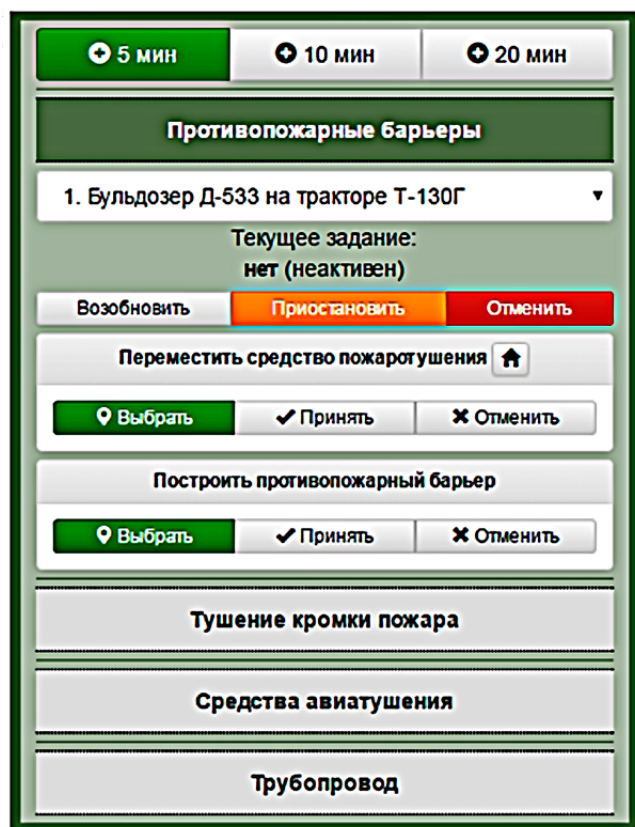


Рис. 2. Меню управления процессом локализации

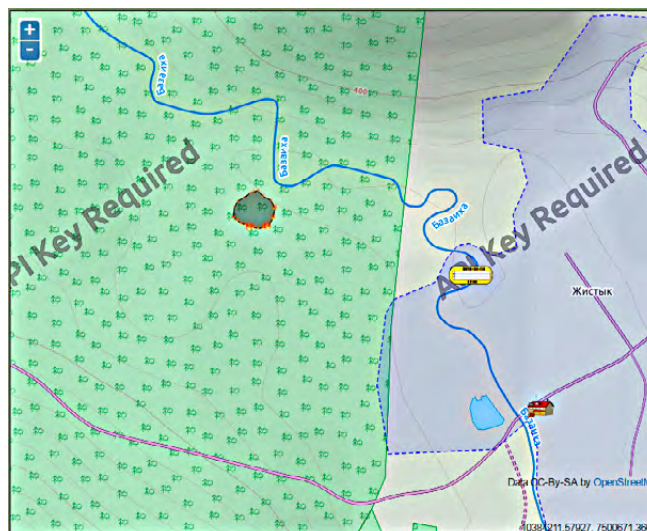


Рис. 3. Старт процесса имитации. Время: 0 ч, 0 м

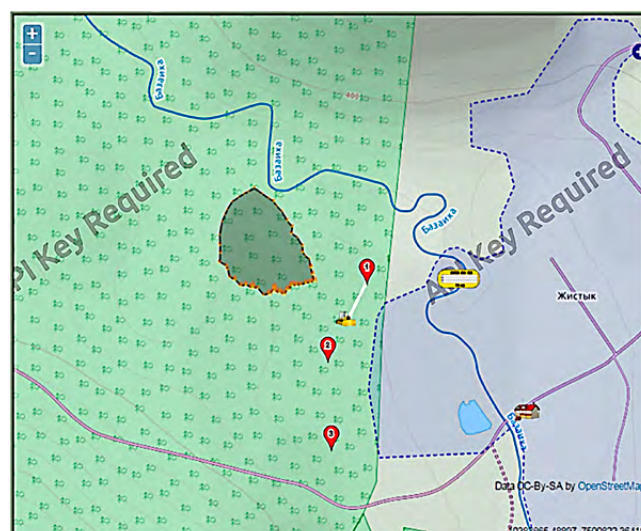


Рис. 4. Начало прокладки противопожарного барьера
Время: 1 ч, 25 м



Рис. 5. Пожар преодолел препятствие и подошел к объекту защиты. Время: 4 ч, 40 м

Обучаемый решил использовать противопожарные барьеры, чтобы исключить возможность достижения пожаром населенного пункта. На рисунке 4 показано начало прокладки противопожарного барьера.

Рисунок 5 показывает, что ширины противопожарного барьера недостаточно. Пожар преодолел препятствие, продолжил распространяться и достиг объекта защиты. Процесс моделирования завершен.

В процессе прохождения сценария формируется протокол событий и действий обучаемого.

Протокол для представленного примера представлен ниже.

Время: 0 ч, 00 м

- Обнаружен очаг лесного пожара площадью 0,22 га;
- Расстояние до объекта защиты 393 м;
- Скорость распространения фронта пожара 2,8 м/мин;

Время: 0 ч, 45 м

- Обучаемый использовал бульдозер Д-533 для прокладки противопожарного барьера шириной 0,5 м.;

Время: 1 ч, 00 м

- Площадь пожара 0,95 га;
- Расстояние до объекта защиты 281 м;
- Скорость распространения фронта пожара 3,19 м/мин;

Время: 1 ч, 25 м

- Бульдозер Д-533 начал прокладку противопожарного барьера;

Время: 2 ч, 00 м

- Площадь пожара 1,995 га;
- Расстояние до объекта защиты 183 м;
- Скорость распространения фронта пожара 2,08 м/мин;

Время: 2 ч, 10 м

- Бульдозер Д-533 закончил прокладку противопожарного барьера;

Время: 3 ч, 00 м

- Площадь пожара 3,413 га;
- Расстояние до объекта защиты 110 м;
- Скорость распространения фронта пожара 3,34 м/мин;

Время: 4 ч, 00 м

- Площадь пожара 5,435 га;
- Расстояние до объекта защиты 50 м;
- Скорость распространения фронта пожара 2,42 м/мин;

Время: 4 ч, 40 м

- Площадь пожара 6,995 га;
- Расстояние до объекта защиты 0 м;
- Скорость распространения фронта пожара 3,36 м/мин;
- Пожар достиг объекта защиты, моделирование завершено.

Мы видим, что обучаемый принял неверное решение, в результате чего пожар подошел к объекту защиты.

Заключение

Разработанная система FIREMAN – попытка создания интегрированной системы обучения персонала основам тактики борьбы с природными пожарами.

Комбинация популярной электронной обучающей системы MOODLE с разработанной авторами имитационной системой ТАЙГА-3 позволила, по мнению авторов, создать достаточно эффективную методику и программные средства для обучения персонала различного уровня квалификации.

Система FIREMAN требует дальнейшего развития с точки зрения повышения функциональности и реалистичности имитации процесса борьбы с пожаром, расширения базы сценариев, противопожарных средств и картографической поддержки. В настоящее время система проходит тестирование в Сибирском государственном университете науки и технологий и Сибирской пожарно-спасательной академии МЧС России.

Литература:

1. Щетинский Е. А. Тушение лесных пожаров: пособие для лесных пожарных, изд. 3-е, перераб. и доп. М: ВНИИЛМ. 2002. 104 с.
2. Иванов В. А., Иванова Г. А., Москальченко С. А. Справочник по тушению природных пожаров. 2-е изд. перераб. и доп. Красноярск: ПРООН/МКИ. 2011. 130 с.
3. Волокитина А. В. Защита населенных пунктов от чрезвычайных ситуаций, связанных с природными пожарами (практические рекомендации). Красноярск: СО РАН. 2002. 63 с.

4. Доррер Г. А. Динамика лесных пожаров . Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2008. 404 с.
5. Официальная документация по MOODLE 3.3. URL: https://docs.moodle.org/33/en/Main_page.
6. Иванилова, Т.Н. Руководство по работе в системе дистанционного обучения Moodle: учебно-методическое пособие для преподавателей, студентов высших и средних учебных заведений, слушателей ФПКП /Т.Н. Иванилова, Н.В. Лутошкина, А.Г. Доррер – изд. второе, доп.и перераб.. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – 143 с.
7. Доррер, А.Г. Интеграция тренажера «Тайга 3» в учебный курс на базе LMS Moodle для слушателей Сибирской ПСА МЧС / А.Г. Доррер, А.А. Козлова, С.В. Кобыжакова, С.А. Яровой // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Системы оценки качества образования» 17-18 ноября 2016 г. - Красноярск: СибГАУ. - 2016. – с. 64 – 69.
8. Аксенов К. А., Гончарова Н. В. Динамическое моделирование мультиагентных процессов преобразования ресурсов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ. 2006. 311 с.
9. Кухта В. Б. Метод моделирования распространения низового пожара в лесных насаждениях с использованием агентного подхода // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2014. №5. С. 92-97.
10. Batty, M., Jiang B. Multi-agent simulation: new approaches to exploring space-time dynamics within GIS, Centre for Advanced Spatial Analysis Working Paper Series, Paper 10, University College London, London.
11. Яровой, С. В. Применение агентных моделей для имитации процесса локализации природных пожаров //Электронный научный журнал «Программные продукты, системы и алгоритмы» Вып. № 2, 2016г.