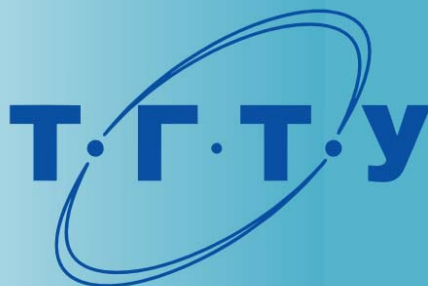


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

**В рамках проведения Фестиваля науки в Тамбовской области**



Всероссийский  
Фестиваль  
науки

# **ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН**

**Материалы VI Международной научно-практической конференции**

г. Тамбов, 16 – 18 октября 2019 г.

**Выпуск 6, Том I**

# **VIRTUAL SIMULATION, PROTOTYPING AND INDUSTRIAL DESIGN**

**Issue 6, Volume I**

Научное электронное издание



---

Тамбов  
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
2019

УДК 658.512.2  
ББК Ж18я43  
В52

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М. Н. Краснянский (общая редакция);  
д-р техн. наук, профессор В. А. Немтинов;  
д-р техн. наук, профессор В. Г. Мокрозуб;  
д-р техн. наук, профессор С. В. Карпушкин;  
канд. техн. наук, доцент А. Б. Борисенко;  
канд. техн. наук С. В. Карпов

**В52** **Виртуальное** моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы VI Международной научно-практической конференции : в 2 т. / под общ. ред. М. Н. Краснянского ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – Вып. 6.  
ISBN 978-5-8265-1836-6.

Т. I. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 13,6 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.  
ISBN 978-5-8265-2192-2.

Опубликованы материалы пленарных и секционных докладов Международной научно-практической конференции, которая посвящена проблемам научно-технического и социально-экономического развития регионов. Целью конференции является обсуждение и публикация научных достижений ученых, а также определение возможных путей решения проблем разработки методов и алгоритмов создания и применения виртуальных моделей и прототипов объектов различного назначения и сложности.

В настоящее время виртуальное моделирование и прототипирование технических систем широко используется при решении задач промышленного дизайна, проектирования, модернизации, перепрофилирования производств различных отраслей промышленности. Еще одна популярная сфера применения виртуального моделирования и прототипирования – создание моделей культурно-исторических объектов в целях сохранения первоначального облика памятников архитектуры, в том числе утраченных, мемориальных и культурных сооружений.

Материалы конференции могут быть полезны преподавателям вузов и средних учебных заведений, научным работникам, руководителям и специалистам предприятий, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

Все научные работы, представленные на конференцию, прошли двойное рецензирование программным комитетом и редакционной коллегией.

УДК 658.512.2  
ББК Ж18я43

ISBN 978-5-8265-2192-2 (т. I)  
ISBN 978-5-8265-1836-6 (общ.)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>Секция I. Виртуальное моделирование, визуализация и прототипирование технических систем</b> .....  | 9  |
| <i>Мордасов М. Д., Савенков А. П., Мордасов Д. М.</i> Влияние свинцово-марганцевого нафтената на изменение динамического краевого угла смачивания при растекании стирол-акриловой дисперсии ..... | 10 |
| <i>Туровский Я. А.</i> Альтернативные интерфейсы человек–компьютер, основанные на бионических принципах: перспективы развития .....   | 14 |
| <i>Черемисин А. П., Карпов С. В., Хрусталева Р. В., Бочарова А. Н.</i> Системный анализ проектных решений при проектировании рамы электробайка .....  | 18 |
| <i>Черемисин А. П., Карпов С. В., Хрусталева Р. В., Бочарова А. Н.</i> Проектирование рамы электробайка с использованием методов топологической оптимизации .....                                 | 24 |
| <i>Шурыгина Э. В.</i> Особенности функционирования и ремонта техники специального назначения .....  | 29 |
| <i>Новиков А. Е., Филимонов М. И., Ламскова М. И., Поддубский А. А., Чамурлиев Г. О.</i> Моделирование ферментативной очистки сточных вод .....   | 33 |
| <i>Фидаров В. Х., Кузина Е. В.</i> Разработка конструкций и испытание специальных резцов для обработки заготовок из отбеленного чугуна .....  | 40 |
| <i>Сергеева А. С., Немтинова Ю. В.</i> Технологии анализа совершенствования процессов в бережливом производстве .....   | 47 |
| <i>Савилова У. А., Шибков Д. А., Яковлева Д. А., Машкова О. С.</i> Модели взаимодействия агентов защищенной мультиагентной системы на примере роя беспилотных летательных аппаратов .....         | 53 |
| <i>Волков А. А., Вехтева Н. А., Сухин А. А., Обухов А. Д.</i> Применение одноплатных компьютеров семейства Raspberry Pi в дистанционно-управляемых мехатронных и роботизированных системах .....  | 59 |
| <i>Седых И. А., Истомин В. А.</i> Реализация нейросетевой модели цементного производства .....  | 63 |
| <i>Корнаев А. В., Корнаева Е. П.</i> Численный метод расчета течений в тонких каналах на основе комбинации вариационного принципа и искусственных нейронных сетей .....                           | 67 |
| <i>Архипов А. Е., Дедов Д. Л., Сидорчук А. О., Бочарова А. Н.</i> Применение системы захвата движения и инверсной кинематики в тренажерных комплексах .....                                       | 73 |
| <i>Карпушкин С. В., Инина Е. А.</i> Оптимизация конструкций пресс-форм с целью снижения перепада температур по объему обрабатываемого изделия .....   | 77 |
| <i>Карпушкин С. В., Чичканов Н. В.</i> Выбор плана вычислительного эксперимента при оптимизации параметров системы нагрева прессового оборудования .....  | 82 |
| <i>Рыжков А. В., Мачкарин А. В.</i> Дисковый почвообрабатывающий агрегат для внесения растворов концентратов микроорганизмов .....  | 88 |
| <i>Балашов А. А., Левин В. Н.</i> Исследование задачи Стефана для полимерных материалов в условиях плавления .....  | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Невиницын В. Ю., Загаринская Ю. Н., Волкова Г. В., Лабутин А. Н.</i> Синергетический синтез системы каскадно-связанного управления тепловым режимом химического реактора .....                                      | 199 |
| <i>Гриднев В. А., Дидрих В. Е., Дидрих И. В.</i> Виртуальное моделирование криптозащиты канала передачи данных между наземным пунктом управления и беспилотным воздушным судном большой продолжительности полета ..... | 205 |
| <i>Карпушкин С. В., Афанасьев В. М.</i> Применение информационных моделей для решения задач аппаратурного оформления многоассортиментных химических производств .....  | 212 |
| <i>Карпушкин С. В., Афанасьев В. М., Тюрин Р. Э.</i> Задачи автоматизированного проектирования прессового оборудования, используемого для изготовления резинотехнических изделий .....                                 | 217 |
| <i>Болотов М. А., Печенин В. А., Печенина Е. Ю.</i> Прогнозирование вибраций ротора газотурбинного двигателя .....   | 223 |
| <i>Скоков А. А., Соколов М. В.</i> Методика исследования технологий изготовления корпуса регулятора давления из нержавеющей стали на станке с ЧПУ .....  | 230 |
| <i>Дежа А. А., Соколов М. В.</i> Защита от коррозии алюминиевых сплавов на стадии технологической подготовки производства изделий .....  | 236 |
| <i>Дежа А. А., Соколов М. В.</i> Методика исследования способов повышения качества обработки деталей из алюминиевых сплавов на токарных станках ЧПУ .....  | 239 |
| <i>Соколов М. В., Усман Ф. Д.</i> Акустический метод прогнозирования износа инструмента при токарной обработке .....   | 246 |
| <i>Мокрозуб В. Г., Родина А. А., Соловьева Т. И., Минаев С. Г.</i> Использование единого пространства ресурсов для формирования виртуального предприятия .....   | 252 |
| <i>Левашов А. В., Пыкин И. С., Калистратов М. С.</i> Функциональная модель проектирования бункеров .....   | 255 |
| <i>Шемонаев И. А., Кулешов И. В., Романенко И. М., Черешнев В. О.</i> Разработка автоматизированной теплицы на базе микроконтроллера Arduino .....   | 259 |
| <i>Немтинов В. А., Крылов А. В., Матрохин М. А., Храмов В. В.</i> Модернизация пенного газопромывателя .....   | 265 |
| <i>Дмитриев О. С., Живенкова А. А., Дмитриев А. О.</i> Визуализация работы модулей ИИС исследования характеристик отверждения полимерных композитов .....  | 268 |
| <i>Соколов В. И., Кроть О. С., Романченко А. В., Харламов Ю. А., Батулин Е. А.</i> Моделирование динамических характеристик автоматического электрогидравлического привода технологического оборудования .....         | 273 |
| <i>Плутикова А. Н., Абрамова Л. В.</i> Принципы разработки ГИС-системы для лесозаготовительных предприятий .....   | 281 |
| <b>Секция II. Виртуальное моделирование, визуализация и прототипирование социально значимых объектов</b> .....   | 286 |
| <i>Вехтева Н. А., Волков А. А., Дедов Д. Л.</i> Моделирование и анимация персонажей в рамках реконструкции исторических событий для виртуальной реальности .....   | 287 |

УДК 004.9

**Плутикова А. Н.<sup>1</sup>, Абрамова Л. В.<sup>2</sup>**

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М. В. Ломоносова,  
Россия, г. Архангельск

<sup>1</sup>(Тел. (8182)216100, e-mail: lina.plutikova@mail.ru),

<sup>2</sup>(Тел. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

## **ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ГИС-СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Plutikova A. N.<sup>1</sup>, Abramova L. V.<sup>2</sup>**

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

<sup>1</sup>(Tel. (8182)216100, e-mail: lina.plutikova@mail.ru),

<sup>2</sup>(Tel. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

## **PRINCIPLES OF GIS SYSTEM DEVELOPMENT FOR LOGGING ENTERPRISES**

*Аннотация.* Россия – мировой лидер по запасам древесины, а значит, эта отрасль является для страны одной из наиболее значимых. Среди задач лесной отрасли – рациональное использование, сохранение и восстановление лесов. Для решения этих задач необходима информационная система, позволяющая эффективно собирать, обрабатывать и визуализировать информацию. Лесозаготовительные и деревообрабатывающие предприятия активно используют ГИС-системы с целью рационального использования лесных ресурсов путем мониторинга и обработки пространственных данных.

В статье рассмотрена одна из главных проблем отрасли – рациональное использование лесов. Предложен способ решения проблемы посредством разработки и внедрения модуля ГИС-системы на основе кроссплатформенной системы QGIS.

*Ключевые слова:* лесная отрасль, ГИС-система, QGIS, рациональное использование лесов.

*Abstract.* Russia is a world leader in wood reserves which means that this industry is one of the most important for the country. The tasks of the forest industry are the rational use, conservation and restoration of forests. To solve these problems an information system is needed to effectively collect, process and visualize information. Logging and woodworking enterprises actively use GIS-systems for the purpose of rational use of forest resources through monitoring and processing of spatial data.

The article deals with one of the main problems of the industry – the rational use of forests. A way to solve the problem by developing and implementing a GIS module based on the cross-platform QGIS system is proposed.

*Keywords:* forest industry, GIS-system, QGIS, forest management.

Одной из активно развивающихся отраслей в России является лесная промышленность, так как на долю страны приходится 22% мировых лесных ресурсов. Среди главных задач отрасли – рациональное использование, сохранение и восстановление лесов.

Одной из важных проблем являются многочисленные нерациональные вырубки. Уничтожение лесов приводит к таким негативным последствиям, как:

- исчезновение некоторых видов флоры и фауны;
- снижение видового разнообразия;
- уменьшение количества древесного сырья;
- возникновение почвенных эрозий, приводящих к образованию пустынь;
- возрастание количества диоксида углерода в атмосфере;
- заболачивание в местах с высоким уровнем грунтовых вод.

Для решения проблем сохранения и рационального использования лесов необходимо разработать комплекс мероприятий, включающий в себя:

- планирование лесопользования;
- усиление контроля использования природных ресурсов;
- разработку систем мониторинга и учета лесного фонда;
- совершенствование лесного законодательства.

Использование информационных технологий в лесопромышленной области может помочь реализовать первые три мероприятия.

Крупнейшие предприятия в сфере лесозаготовки и деревообработки уделяют особое внимание проблеме сохранения и рационального использования лесов. На территории Архангельской области таким холдингом является ГК «Титан». На протяжении многих лет предприятия холдинга являются участниками добровольной лесной сертификации по системе FSC, а также придерживаются принципов устойчивого лесопользования и соблюдают социальные и экономические требования стандарта в своей деятельности. С целью подтверждения соответствия требованиям стандартов сертификации компании ежегодно проверяются аудиторами FSC.

Применение ГИС-технологий в лесной отрасли является одним из эффективных средств рационального использования лесных ресурсов посредством мониторинга и обработки пространственных данных. Географические информационные системы (ГИС) – автоматизированные информационные системы, предназначенные для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация. В ГИС осуществляется комплексная обработка информации – сбор, хранение, изменение, в связи с этим ГИС рассматриваются с различных позиций. Как системы управления ГИС предназначены для обеспечения принятия решений по рациональному управлению землями и ресурсами, использованию различных пространственных объектов. При этом для принятия решений в числе других данных всегда используют картографические данные [1].

Одним из примеров ГИС-систем для лесного хозяйства и лесостроительства является система TopoL-L – адаптированная под задачи непрерывного лесостроительства программа, позволяющая выполнять весь комплекс работ с выделенными совмещенными таксационными и картографическими базами лесостроительной информации. Функциональные возможности программы: создание лесных карт, создание атрибутивных баз

данных, настраиваемые средства контроля корректности баз данных, получение итоговых таблиц для регламентов и проектов освоения лесов. На рисунке 1 представлено окно работы с лесничеством в системе ТороL–L.

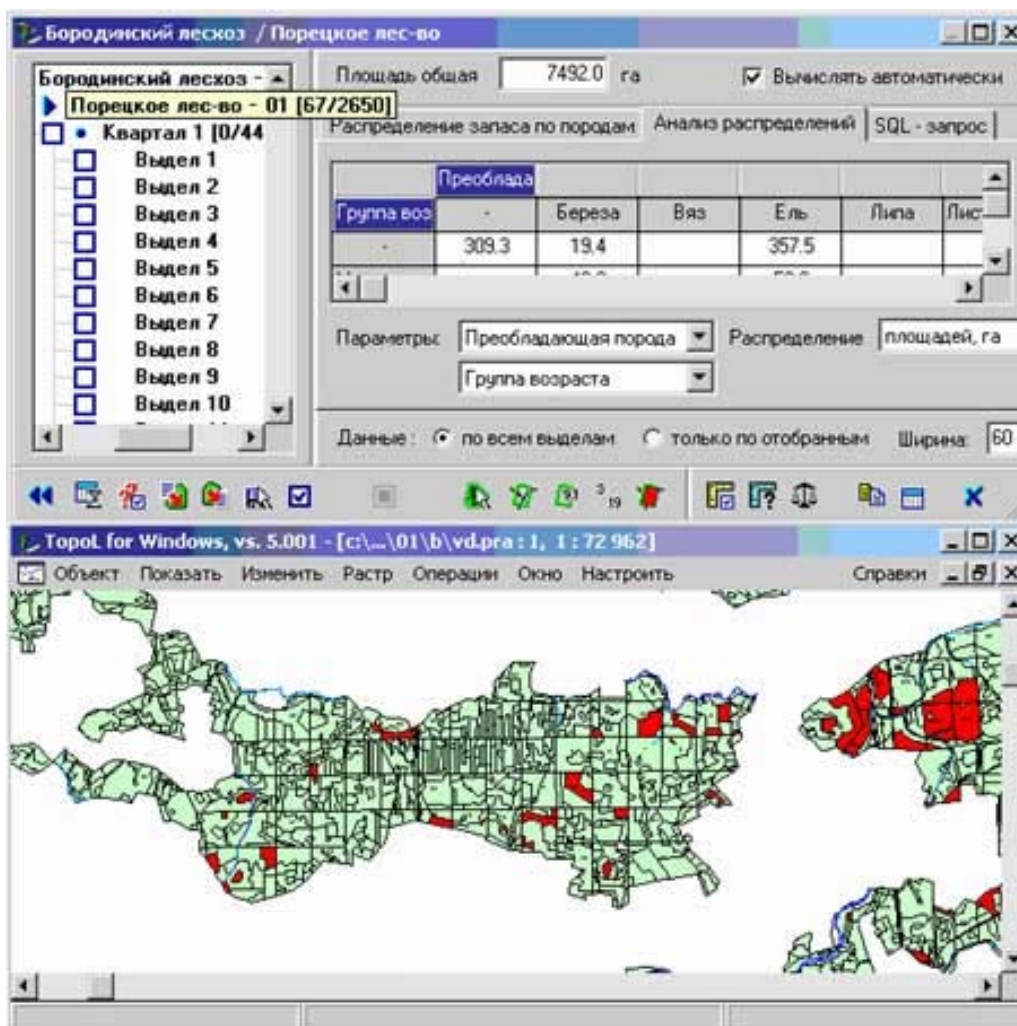


Рис. 1. Интерфейс системы ТороL–L

Система ТороL–L не позволяет полностью решить проблему рационального использования лесного фонда, так как имеет слабые возможности интеграции данных лесоустройства с внешними системами, не обладает функциональными возможностями для учета и контроля плана лесозаготовок, а также требует ежегодной оплаты обслуживания.

Предлагаемый способ решения проблемы сохранения и рационального использования лесов – разработка и внедрение ГИС-систем, в том числе корпоративных ГИС-систем, интегрированных с бизнес-процессами предприятия. На сегодняшний день существующие геоинформационные системы представляют собой инструмент для решения широкого круга задач и применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике,

обороне и многих других областях, а, следовательно, зачастую содержат универсальные функциональные возможности. Разрабатываемый модуль представляет собой набор инструментов, адаптированный для работы сотрудников лесной отрасли, позволяющий сократить время на обработку информации на предприятии и поддерживать принципы рационального использования лесного фонда.

Выбор средств реализации модуля осуществлялся путем анализа наиболее востребованных и современных ГИС – ArcGIS, MapInfo, QGIS. Для разработки модуля выбрана кроссплатформенная геоинформационная система QGIS, имеющая широкий функционал для реализации потребностей лесной отрасли и возможность интеграции с системами лесного хозяйства. Кроме того, QGIS обладает следующими преимуществами даже перед профессиональными дорогостоящими системами:

- мультиплатформенность: возможность использования данных одновременно из разных программных продуктов без конвертации;
- возможность установки программы на различные операционные системы, в том числе на Windows, MacOS, Ubuntu и другие;
- большой ассортимент бесплатных модулей для специализированных задач;
- возможность публикации карт на картографическом сервисе Mapserver;
- возможность загрузки космических снимков из самых разных источников, в том числе из популярных Google, Yandex, Bing Aerial и многих других;
- программа имеет совместимость с различным специализированным оборудованием, что облегчает разработку и обновление карт;
- открытость и свободный доступ к исходному коду позволяют написать или изменить любой скрипт или модуль программы [2].

Разрабатываемый модуль предполагает поддержку принципов рационального использования лесов – соблюдение расчетной лесосеки, соблюдение плана заготовок древесины в пределах годового прироста.

Разработка модуля для обработки пространственных данных в лесной отрасли позволит:

- повысить качество обработки пространственных данных: топологических карт, снимков местности;
- сократить время преобразования информации за счет внедрения геоинформационных технологий;
- оптимизировать рутинные процессы сбора, хранения и анализа информации в лесной отрасли;
- повысить уровень взаимодействия отрасли с государственными структурами, так, например, данные из разработанного модуля могут быть использованы специалистами МЧС для анализа и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Разработанный модуль позволит выявлять наличие ресурсов древесины по всем видам пользования лесом с учетом интенсивности лесопользования, мест проведения мероприятий, устранения и локализации факторов, неблагоприятно воздействующих



на рост и развитие насаждений, их экологическое состояние. Кроме того, внедрение модуля на предприятиях лесной отрасли позволит сократить трудовые затраты на проведение очередного лесоустройства и ведение документации по учету лесов и лесного кадастра.

*Список использованных источников*

1. **Геоинформационные** системы [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <http://gis.web.tstu.ru/chtogis2.htm>, свободный (дата обращения: 02.09.2019). – Загл. с экрана.

2. **QGIS** – свободная ГИС с открытым кодом [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <https://qgis.org/ru/site/>, свободный (дата обращения: 03.09.2019). – Загл. с экрана.

3. **Группа** компаний Титан [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа : <http://www.titangroup.ru/>, свободный (дата обращения: 03.09.2019). – Загл. с экрана.

Научное электронное издание

**ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН**

**Материалы VI Международной  
научно-практической конференции**

**Выпуск 6, Том I**

Компьютерное макетирование Т. Ю. Зотовой, М. Н. Рыжковой

**ISBN 978-5-8265-2192-2**



Подписано к использованию 20.12.2019.

Опубликовано 10.01.2020.

Тираж 100 шт. Заказ № 157

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Телефон (4752) 63-81-08.

E-mail: [izdatelstvo@admin.tstu.ru](mailto:izdatelstvo@admin.tstu.ru)