# Применение передовой технологии Field-Map в лесном и садово-парковом хозяйстве: опыт чешско-украинского проекта ТехИнЛес

CZECH REPUBLIC
DEVELOPMENT COOPERATION

# Применение передовой технологии Field-Map в лесном и садово-парковом хозяйстве: Опыт чешско-украинского проекта ТехИнЛес

Редакторы публикации:
Черны Мартин, Букша Игорь Федорович

# Содержание

Предисловие от имени ГосКомЛесхоза Украины. . . . . 6
Предисловие от имени Чешской программы международного сотрудничества . . . . . 7
Предисловие от имени испсолнителей проекта ТехИнЛес . . . . . 8

**Проект ТехИнЛес и перечень результатов .....9**

**Создание информационных баз о состоянии лесов и технология сбора полевых данных с помощью компьютера .....13**

- Общие принципы . . . . . 13
- Технология Field-Map . . . . . 15

**Выборочно-статистическая инвентаризация лесов .....17**

- Национальная инвентаризация лесов Украины . . . . . 17
- Производственная инвентаризация лесов в Нижнебыстрянском лесничестве . . . . 29
- Инвентаризация в Национальном природном парке Гомольшанские леса . . . . . 37
- Дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли . . . . . 49

**Лесоустройство .....51**

- Информационный стандарт и обменный формат для лесного хозяйства Украины . . 51
- Технология создания лесоустроительных проектов . . . . . 65
- Конвертация лесоустроительных данных из АНКС-лесхоз в обменный формат . . . . 67

**Оценка древесных ресурсов .....69**

- Отвод лесосек . . . . . 69
- Сортиментация стволов на корню . . . . . 75

**Инвентаризация городских зеленых насаждений .....77**

**Мониторинг состояния лесов .....85**

**Исследование лесных экосистем .....88**

**Подготовка лесных специалистов .....100**

**Список публикаций поготовленных в рамках проекта ТехИнЛес.....104**

**Список специалистов, которые внесли вклад в реализацию проекта ТехИнЛес.....111**

- Из Украины. . . . . 111
- Из Чехии . . . . . 114

# Предисловие от имени ГосКомЛесхоза Украины

В современных условиях требования к информации о лесных экосистемах постоянно возрастают, поэтому необходимо непрерывно развивать информационную базу лесного хозяйства. Сегодня специальные лесные исследования и традиционное лесоустройство изменяется в сторону более широкого использования выборочно-статистических методов обследования лесов. Для многих стран актуальной проблемой является создание системы информационного обеспечения лесоуправления, основу которой составляют инвентаризация и мониторинг лесов, функционирующих на основе подходов, которые гармонизированы на международном уровне. Европейские страны совместно осуществляют программу мониторинга лесов UN/ECE ICP Forests, которая в настоящее время модифицируется с учетом современных информационных потребностей. Наряду с этим, осуществляется новая международная инициатива – создание на европейском уровне сети, объединяющей специалистов и организации, которые проводят национальную инвентаризацию лесов ENFIN. Принятые в последнее время национальные законы и международные обязательства Украины предусматривают необходимость расширения и детализации информации о лесах, поэтому проект ТехИнЛес направленный на решение проблемы внедрения новейших методов и технологий инвентаризации и мониторинга лесов в Украине.

На основе Меморандума о взаимопонимании, подписанного между Госкомлесхозом Украины и чешской стороной, с 2004 г. в рамках Программы международного сотрудничества Чешской республики осуществляется международный проект „Передача передовых методических и технологических знаний в области инвентаризации и мониторинга лесных экосистем (ТЕХнологии ИНвентаризации ЛЕСов – ТехИнЛес)". Проект ТехИнЛес ориентируется на развитие и внедрение современных методов мониторинга и выборочно-статистической инвентаризации лесных экосистем, на усовершенствование технологий лесоустройства, развитие нормативно-методической базы и общей информационной системы лесного хозяйства Украины. При этом используется передовая технология для компьютерного сбора полевых данных Field-Map (http://www.field-map.com). Field-Map представляет собой гибкую полевую ГИС (географическую информационную систему), которая может работать с различными электронными измерительными приборами в полевых условиях, и предназначена для картирования и измерения.

Н.М.Ведмидь
ГОСКОМЛЕСХОЗ

# Предисловие от имени Чешской программы международного сотрудничества

Не так давно Чешская Республика принимала техническую и финансовую помощь от международных организаций и других развитых стран, однако со вступления в ЕС она стала чистым донором помощи в целях развития, причем крупнейшим из присоединившихся недавно стран.

Министерство сельского хозяйства ЧР до сих пор финансировало ряд проектов по развитию во всем мире, направленных на сельское хозяйство, на развитие села, лесного и водного хозяйства. Сюда входят также обе фазы проекта переноса чешской технологии по инвентаризации лесных экосистем, который выполнила чешская компания "ИФЕР" - "Институт исследования лесных экосистем". В целом для этих мероприятий выделено из государственного бюджета около 540 000 евро. Я верю, что вложенные средства способствовали развитию украинского лесного хозяйства и что достигнутые результаты будут импульсом для наладки дальнейшего сотрудничества на коммерческой основе.

Другим примером развития отношений сотрудничества является Соглашение 2006 года между Правительством ЧР и Кабинетом Министров Украины по экономическому, промышленному и научно-техническому сотрудничеству, которое уже принесло результаты в совместных проектах, ориентированных на сельское и лесное хозяйство.

ЧР поддерживает усилия Украины по вступлению в ЕС, что подтверждено, между прочим, также инициативой "Восточное партнерство", которую ЧР открыла и продвинула во время своего председательства в Совете ЕС в 2009 году. Следующие возможности приносит также обсуждаемый в настоящее время Протокол к Соглашению о партнерстве и сотрудничестве между ЕС и Украиной, предусматривающий принципы участия Украины в программах Союза. Предполагается, что либерализация коммерческих отношений приведет к заключению Соглашения о свободной торговле между ЕС и Украиной, что и могло бы привести к росту товарооборота между Украиной и странами ЕС, в том числе ЧР.

История взаимоотношений Украины и Чешской Республики, а также существующая совместная деятельность являются предпосылками последующего развития сотрудничества между обеими странами на основе взаимного, взаимовыгодного сотрудничества.

Тепла Марта
Директор отдела внешторгового сотрудничества,
Министерство сельского хозяйства ЧР

# Предисловие от имени испсолнителей проекта ТехИнЛес

Книга посвящена результатам совместного чешско-украинского проекта ТехИнЛес (ТЕХнологии ИНвентаризации ЛЕСов) «Передача передовых методических и технологических знаний в области инвентаризации и мониторинга лесных экосистем», проведенного в 2004-2009 годах.

Проект ТехИнЛес посвящен развитию и внедрению современных методов мониторинга и инвентаризации лесных экосистем выборочно-статистическими методами, на усовершенствование методов и технологий лесоустройства, развитие нормативной базы и общей информационной системы лесного хозяйства Украины. При этом используется передовая технология компьютерного сбора данных Field-Map, которая представляет собой полевую ГИС (географическую информационную систему), объединенную в единый технологический комплекс с электронными измерительными приборами. Field-Map используется для картирования, а также различного рода измерений в полевых условиях. Технология отличается большой гибкостью и широким спектром возможного применения, поэтому она используется при решении разнообразных задач, связанных с научными исследованиями, инвентаризацией и мониторингом лесов, охраной природы и ландшафтоведением, созданием электронных лесных карт и др.

Проект проведен при финансовой поддержке Программы международного сотрудничества Чешской республики. Попечителями проекта со стороны Чешской Республики выступило Министерство сельского хозяйства, а со стороны Украины – Государственный комитет лесного хозяйства Украины.

Черны Мартин
ИФЕР

Букша Игорь Федорович
УкрНИИЛХА

# Проект ТехИнЛес и перечень результатов

В проекте ТехИнЛес продолжилось многолетнее сотрудничество ученых Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (УкрНИИЛХА) и чешского Института исследования лесных экосистем (IFER). От украинской стороны в проекте также принимали участие ПО «Укргослеспроект», Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев), Национальный лесотехнический университет Украины (г. Львов), Харьковский национальный аграрный университет, Национальный природный парк (НПП) «Гомольшанские леса» и Хустский лесхоз (как пилотная территория швейцарско-украинского проекта FORZA).

Первая фаза проекта («Передача передовых методических и технологических знаний в области инвентаризации и мониторинга лесных экосистем») проводилась в 2004-2006 гг. на основании Меморандума о взаимопонимании, подписанного 21 июня 2004 г. между Госкомлесхозом Украины и Институтом исследования лесных экосистем (IFER) . Вторая фаза проекта («ТехИнЛес-2 – Сотрудничество в области инвентаризации лесных экосистем») продолжила чешско-украинское сотрудничество в 2008-2010 гг. на основании Меморандума о взаимопонимании, подписанного 10 июня 2008 г. между Госкомлесхозом Украины и IFER.

Реализация проекта ТехИнЛес основана на инновационной модели научно-методической поддержки лесного хозяйства, которая базируется на применении передовых информационных технологий и в частности – полевой ГИС Field-Map. Инновационные разработки проекта представлены в виде технологических решений, программного обеспечения и методик, позволяющих решать конкретные научные и производственные задачи, стоящие перед лесным хозяйством Украины. Перечень таких задач был определен на основании консультационного процесса с заинтересованными сторонами лесной отрасли Украины. Проект был направлен на применение передовых технологий для решения следующих актуальных задач лесного и садово-паркового хозяйства Украины:

1. информационный стандарт лесного хозяйства и формат обмена данными,
2. усовершенствование технологии проведения лесоустройства,
3. выборочно-статистическая инвентаризация лесов (производственная и национальная),
4. мониторинг лесов,
5. отвод лесосек, оценка запасов и сортиментация растущих деревьев,
6. инвентаризация и картирование городских зеленых насаждений,
7. подготовка квалифицированных специалистов по вопросам применения передовых технологий в лесном хозяйстве и охране природы.
8. повышение уровня информированности украинских специалистов и общественности относительно использования передовых методов и технологий инвентаризации и мониторинга лесов.

## Главные результаты проекта ТехИнЛес

1. Информационный стандарт лесного хозяйства и формат обмена данными: предложен концептуальный подход к созданию информационного стандарта лесного хозяйства и формата обмена данными. Разработана первая версия стандарта и формата обмена данными (на основе языка XML), которые полностью построены на действующих нормативных документах лесоустройства. Применение информационного стандарта и обменного формата позволяет развивать систему информационного обеспечения лесной отрасли и отраслевую ГИС независимо от программных продуктов, которыми пользуются поставщики информации.

2. Усовершенствование технологий лесоустройства на основе ГИС Field-Map: разработанная технология проведения полевых работ на основе ГИС Field-Map, которая интегрирована в существующую в Украине практику лесоустройства и работает с существующими электронными картами и базами данных. Применение Field-Map позволяет таксатору создавать или редактировать цифровые лесные карты и базы данных непосредственно во время проведения полевых работ (сразу в лесу – при наличии у таксатора полевого компьютера, или на бумаге в лесу с немедленной оцифровкой сразу после возвращения из леса – при наличии у таксатора ноутбука или обычного компьютера). Использование электронных измерительных средств и систем глобального позиционирования с Field-Map позволяет автоматизировать лесотаксационные работы и получать готовые цифровые карты лесов и связанные с ними базы данных непосредственно в процессе полевых работ. В результате применения Field-Map полный комплект лесоустроительных материалов может быть передан заказчику в течение нескольких дней после завершения полевых работ.
3. Выборочно-статистическая инвентаризация лесов (производственная и национальная): впервые в Украине с помощью полевой географической информационной системы (ГИС) Field-Map на основе выборочно-статистических методов исследований была получена информация о состоянии, производительности, отмирании и возобновлении лесов. Эта информация составляет основу для мониторинга, а также для планирования хозяйственной деятельности на основе близкого к природе лесного хозяйства. Инвентаризация проводилась в национальном природном парке «Гомольшанские леса» (Харьковская область) и в лесничестве Нижний Быстрый Хустского лесхоза (пилотная территория проекта FORZA, Закарпатская область). Для проведения национальной инвентаризации лесов (НИЛ) Украины разработаны системные решения для всех этапов НИЛ: расчет сети участков инвентаризации, методика и технология сбора и обработки информации, логистика и обеспечение работ по НИЛ.
4. Мониторинг лесов: на основе Field-Map создана программа формирования и контроля качества данных мониторинга лесов Украины. В базе данных содержится информация по мониторингу лесов всех административных регионов страны. Программное обеспечение используется в 5 экспедициях ПО «Укргослеспроект» и в УкрНИИЛХА. Автоматизация процессов формирования базы данных и программа контроля полноты и качества данных позволяет значительно ускорить процесс формирования баз данных и обеспечивает качество и полноту информации.
5. Отвод лесосек, оценка запасов и сортиментации растущих деревьев: создана технология отвода лесосеки, оценки запасов и сортиментации растущих деревьев на основе применения оборудования и програмного обеспечения Field-Map. Она позволяет оценивать общий запас древесины на лесосеке с точностью около 1 %, и дает возможность определять сортиментно-сортную структуру древостоя без рубки модельных деревьев.
6. Инвентаризация и картографирование городских зеленых насаждений: разработана технология, которая дает возможность создавать цифровые карты для скверов, парков и зеленых насаждений. На таких картах отображаются все объекты городской инфраструктуры, малые архитектурные формы и растительность. Информация по результатам инвентаризации и картографирования городских зеленых насаждений (базы данных об объектах, таблицы и карты) соответствует действующим нормативным документам и сохраняется в ГИС, что позволяет использовать информацию для принятия взвешенных управленческих решений.
7. Подготовка квалифицированных специалистов по вопросам применения передовых технологий в лесном хозяйстве и охране природы: технологию Field-Map (программное обеспечение и комплекты приборов) передано для лесохозяйственных факультетов Киева,

Львова и Харькова. В учебные планы университетов включены разделы для освоения студентами полевой ГИС Field-Map, что способствует подготовке квалифицированных специалистов для работы в условиях современного производства. В УкрНИИЛХА (г. Харьков) создан и функционирует офис проекта ТехИнЛес, что дает возможность обеспечить поддержку и развитие передовых технологий в лесном хозяйстве на долгосрочную перспективу.

8. Повышение уровня информированности украинских специалистов и общественности относительно использования передовых методов и технологий инвентаризации и мониторинга лесов: в рамках проекта проводились международные семинары и тренинги, в 2004-2006 гг. в Харькове, Киеве, Львове, Боярке, в которых приняли участие в общей сложности более 500 специалистов. В период с 2008 по 2010 год было проведено 6 семинаров в Харькове, Киеве, Ужгороде, Боярке, в которых взяли участие около 430 специалистов. По проекту опубликовано около 80 публикаций в специализированных научных, технических и профессиональных журналах, создана веб-страница проекта (www.techinles.org.ua).

# Создание информационных баз о состоянии лесов и технология сбора полевых данных с помощью компьютера

## Общие принципы

Сбор полевых данных является основным источником данных для информационных баз о состоянии лесов. Такие базы данных используются на различных уровнях управления в лесном хозяйстве и охране природы. Методы описания лесных насаждений создавались в течение сотен лет и стали составной частью, прежде всего лесоустройства, ключевой дисциплины планирования лесного хозяйства.

Содержание и точность данных о лесе определяется требованиями производства, а также техническими возможностями доступными на данном этапе развития человечества. Описание лесных насаждений методами прямого наблюдения и измерения стало исторически первым и до сих пор основным подходом к получению данных. При этом много лет использовались различного рода приборы, построенные на механическом или оптическом принципе.

Во второй половине двадцатого века заметно ускорилось развитие многих технологий, используемых также для лесного хозяйства. В лесном хозяйстве довольно быстро нашли применение технологии на базе зондирование Земли с самолетов и позже со спутников, триангуляция позиции на земном шару при помощи спутников (GPS), а также технологии на базе лазерных лучей, ультразвуковых волн, радарных наблюдений. Это все поддерживается и в значительной мере обуславливается  бурным развитием компьютерной техники.

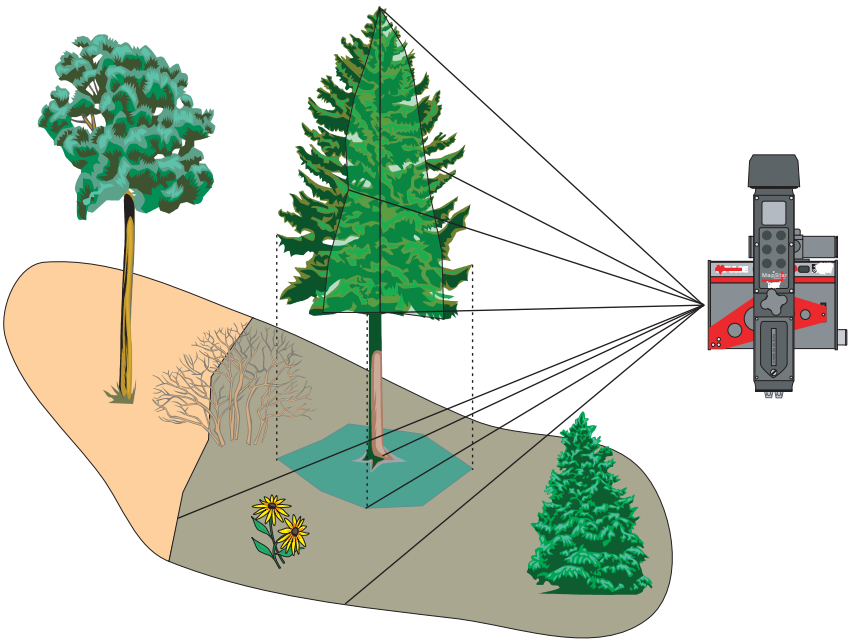


**Рис. 1. Схема измерения в поле (картирование точек, линий, полигонов, и деревьев, измерение высота и толщины деревьев, горизонтальные проекции крон деревьев, вертикальный профиль кроны деревьев, профиль ствола деревьев)**

Лесное хозяйство и прежде всего лесоустройство во многих странах являлось и до сих пор является передовой отраслей, где нашли применение продвинутые методы получения, хранения и обработки данных. Методы зондирования Земли, географические информационные системы (ГИС) использовались в лесоустройстве раньше, чем во многих других отраслях.

При внедрении передовых технологий сам сбор полевых данных долгое время оставался на стороне. Недоступность практически используемой техники не давала возможность заменить в традиционные технологии и продвинуть их на ту уровень, на которой уже находилась техника для хранения и обработки данных.

Ситуация начала меняться с половины девяностых лет двадцатого века, когда впервые появились приборы, которые своим функциями, размерами, весом, выдержкой батарей и прежде всего уровнем охраны от неблагоприятных условий среды стали используемыми на практике лесного хозяйства. В отличие от приборов, используемых при геодезических измерениях, "лесные приборы" могут быть несколько менее точными, но за то на много более портативными и продуктивными. Именно поэтому нужно было создать специфическую категорию приборов, несмотря на то, что основные принципы применения во многом совпадают с измерениями, которые проводятся в геодезии.

В принципе приборы дают возможность измерения расстояний, вертикальных и горизонтальных углов. Разное сочетание элементарных измерений дает возможность применения техники для картирования и для проведения различного рода дендрометрических измерений. Новые технологии повышают точность и продуктивность измерительных работ, но рабочий подход остается по-прежнему: нужна работа специалиста непосредственно в лесу.

Кроме такого "традиционного" подхода в последнее время проводятся также испытания полностью автоматизированных технологий не только для зондирования Земли со спутников и самолетов, но даже для наземного исследования в лесу, например применение лазерных сканнеров для исследования трехмерной структуры лесных насаждений. Тем не менее, практическая применимость таких технологий в настоящее время очень ограничена, и поэтому дальше рассматривается "традиционный" подход в сочетании с новыми электронными измерительными приборами. Такие технологии уже сейчас являются полностью используемыми на практике лесного хозяйства, фактически используются уже больше десяти лет.

Сочетание дальномера с измерением вертикальных углов дает возможность автоматически пересчитывать все расстояния на горизонтальные. Это свойство очень удобно при картировании, так как все измерения прямо сопоставимы с картографическими данными.

Горизонтальные углы могут прямо измеряться как магнитный или географический азимут. Азимут вместе с горизонтальным расстоянием дают возможность картирования непосредственно в поле. Привязка к системе картографических координат проводится при помощи опорных точек с известными координатами, которые в свою очередь могут быть получены измерением GPS.

Приборы GPS дают возможность прямого измерения географических координат в любой точке, данные географической широты и долготы могут быть пересчитаны на любые картографические координаты, и таким образом измерение GPS может сочетаться с имеющимися картографическими данными.

Измерение при помощи GPS является очень эффективным методом картирования, но его применение в лесном хозяйстве несколько ограничено, так как точность измерения ухудшается под пологом леса. Именно поэтому сочетание GPS с дальномером и компасом является наиболее удобной и точной технологией для картирования в лесу.

Сочетание дальномера с измерением вертикальных углов дает также возможность измерения превышения, этим методом можно в частности измерять высоту деревьев. В отличие от традиционных высотомеров, высоты можно измерять с любого удобного расстояния.

Для измерения толщины деревьев имеется ряд электронных измерительных вилок способных записывать и передавать в компьютер данные толщины ствола. Для измерения толщины на недоступной высоте, например на высоте 1/3 от высоты ствола, применяются оптоэлек-

тронные измерительные приборы.

Эффективная работа всей технологии, сочетающей ряд приборов, обуславливается программным обеспечением. Такое программное обеспечение фактически переносит обработку данных непосредственно в лес, имеет характер полевой ГИС, принимает данные измерительных приборов, и работает с базами данных.

Для того, чтобы программное обеспечение могло быть использовано в поле, нужны специальные защищенных полевые компьютера. Такие компьютера имеют те же свойства, как и офисные компьютера, и в дополнение они защищены от влажности, пили, ударов и колебаний температуры. Они отличаются также низкими габаритами и весом, расшитенной продолжительностью работы на батареях, специальными дисплеями для работы при ярком освещении и т.д.

Измерительные приборы с полевым компьютером соединяются проводами, или при помощи беспроводной технологии (Bluetooth).

Современные измерительные приборы могут выполнять ряд различных задач полевого сбора данных, и поэтому потребуется также гибкое программное обеспечение, обуславливающее выполнение таких задач бес того, чтобы потребовалась дополнительная работа программистов.

В результате получается единая гибкая технология, которая может послужить для широкого диапазона задач в лесном хозяйстве. Примером такой технологии является технология Field-Map, которая является основой проекта ТехИнЛес, и была применена для выполнения ряда задач представленных в этой книге.

## Технология Field-Map

Field-Map представляет собой гибкую полевую ГИС (географическую информационную систему), которая может работать с различными электронными измерительными приборами в полевых условиях. Данная технология предназначена для картирования и измерения, она объединяет измерительные приборы и полевую ГИС в единый мобильный приборно-технологический комплекс, основу которого составляют: лазерный дальномер-угломер, электро-

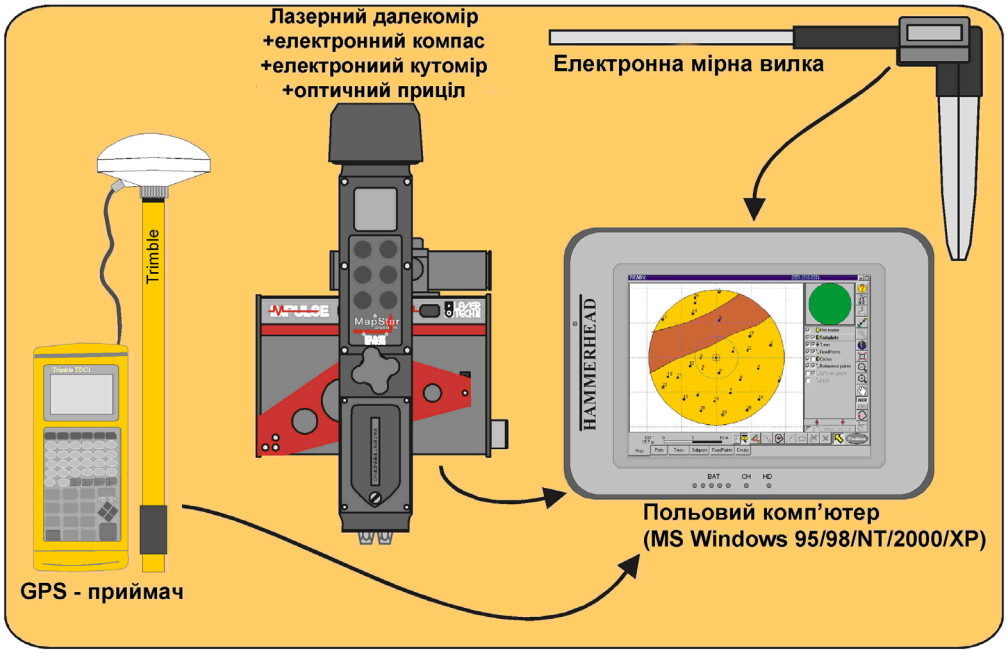



**Рис. 2. Базовый комплект оборудования Field-Map**

магнитный компас и полевой компьютер имеющий характеристики современного офисного компьютера, работающего в операционной среде Windows. Комплекс работает под управлением программного обеспечения Field-Map, которое позволяет подсоединять к полевым компьютерам широкий набор различных электронных и лазерных измерительных приборов. Например, для измерения диаметров деревьев, в комплексе могут использоваться электронные мерные вилки, для определения местоположения – различные типы приемников системы глобального позиционирования – GPS.

Достоинством технологии Field-Map является то, что она позволяет переносить данные измерений от электронных и лазерных измерительных приборов непосредственно в базу данных полевого компьютера и отображать их на экране в ГИС. Сформированные в полевых условиях базы данных и электронные карты затем легко переносятся в центральную ГИС без дополнительной подготовки и обработки. Технология Field-Map является гибкой системой, позволяющей легко изменять структуру базы данных: пользователь имеет возможность сам выбирать и назначать параметры и показатели, которые будут отображаться на карте или заноситься в базу данных. При этом типы измеряемых показателей и структура баз данных может изменяться пользователем Field-Map в зависимости от задач обследования, непосредственно в полевых условиях могут добавляться новые показатели для измерения (выбирая их из списка или создавая совершенно новые типы показателей). Важным является то, что для этого пользователю не нужно быть специалистом по базам данных или программистом – создание баз данных строиться на принципе шаблонов и пошаговых действий.

Специальные функции Field-Map позволяют автоматически вычислять длины линии, периметры и площади многоугольников; измерять высоты деревьев; картографировать проекции и измерять форму крон деревьев, площадь ее поверхности и вычислять объем кроны; измерять диаметры стволов деревьев на любой высоте и автоматически вычислять объемы стволов деревьев; проверять достоверность собранной информации и контролировать полноту баз данных во время полевых работ; визуализировать измеренные объекты в трехмерном графическом пространстве; проводить превращение местных и всемирных географических координат (в оба направления); создавать цифровые модели местности, а также решать в полевых условиях множество других задач, связанных с обработкой баз данных и ГИС.

При использовании GPS приемника и цифровых карт в Field-Map решаются навигационные задачи, в реальном режиме времени в полевом компьютере автоматически строится карта со всеми измеренными объектами. При этом можно увеличивать или уменьшать масштаб объектов на экране, проводить расчеты расстояний и площадей на карте, создавать легенды для карт, т.е. использовать возможности географической информационной системы (ГИС) непосредственно при полевых работах.

Для обработки полученных данных можно использовать специальные приложения к Field-Map – Field-Map Inventory Analyst или Field-Map Stem Analyst, можно также экспортировать данные из Field-Map (карты и базы данных) в другие программы. Поскольку Field-Map использует в качестве формата для данных формат ESRI shapefile и поэтому данные можно без проблем обрабатывать многими ГИС программами.

# Выборочно-статистическая инвентаризация лесов

## Национальная инвентаризация лесов Украины

Современные системы информационного обеспечения лесной отрасли в мировой практике сегодня строятся на принципах инвентаризации, мониторинга, инструментального определения показателей и использования материалов дистанционного зондирования Земли. Информация о состоянии лесного фонда, получаемая из различных источников, интегрируется в единое информационное пространство посредством ГИС-технологий.

Одним из приоритетных направлений чешско-украинского проекта „Передача передовых методических и технологических знаний в области инвентаризации и мониторинга лесных экосистем – ТехИнЛес" было развитие и внедрение современных методов выборочно-статистической инвентаризации лесов в Украине.

Разработка системы национальной инвентаризации лесов (НИЛ) Украины на базе математико-статистических методов с применением новых технологий является также одним из приоритетных направлений для страны согласно принятым в последнее время национальным законам и международным обязательствам Украины [1-4].

Проведение национальной инвентаризации позволит улучшить качество информации о лесах Украине и, что особенно важно, получить объективную информацию о состоянии лесов других пользователей, сведения о которых в настоящее время являются недостаточными. Метод статистической инвентаризации лесов является одним из основных методов инвентаризации, а на данном этапе – основным источником информации о состоянии лесов практически во всех странах Европы и во многих других странах.

Система информационного обеспечения лесного хозяйства Украины базирующаяся на информации, которую предоставляет лесоустройство, на сегодня не в полной мере соответствует современным требованиям к информационным ресурсам. Так, в материалах лесоустройства отсутствует информация о текущем приросте насаждений, представлена только ограниченная информация о структуре и биологическом разнообразии лесных экосистем, динамике усыхания и возобновления лесной растительности. Таксация лесных насаждений проводится главным образом с помощью глазомерных оценок, которые мало приспособлены для построения моделей хода роста лесов, определения динамики возобновления лесов, усовершенствования нормативной базы лесного хозяйства [4,5].

Для участия Госкомлесхоза Украины в международных лесных процессах необходимо решить проблемы гармонизации и усовершенствования отраслевого информационного обеспечения с международными требованиями. Некоторые нормативные документы и инструкции устарели и не соответствуют современным требованиям относительно содержимого информации и периодичности ее получения [4,5]. Их необходимо усовершенствовать на основании современных подходов к разработке информационных систем, а именно– путем создания информационного стандарта и формата обмена данными для лесной отрасли, что будет способствовать развитию информационных технологий, в том числе – ГИС в лесном хозяйстве [6].

### Задачи проекта

- разработка концепции НИЛ;
- разработка методологии НИЛ;
- расчет сети инвентаризации;

- отбор ключевых показателей НИЛ;
- выбор технологии НИЛ;
- проведение пилотных экспериментов по инвентаризации лесных экосистем.

## Цель и задачи НИЛ Украины

Национальная инвентаризация лесов (НИЛ) Украины – это долгосрочная программа, направленная на получение статистически обоснованной информации о состоянии и развитии лесов на территории Украины для потребностей государственного управления, а также для других субъектов.

Основные задачи НИЛ Украины:

- Создание надежной и достоверной системы статистически репрезентативных данных о состоянии и развитии лесных экосистем на Украине.
- Оценка основных критериев рационального управления лесами (поддержание состояния и жизненности лесных насаждений, сохранение и развитие производительной функции лесов, сохранения биологического разнообразия лесных экосистем, и т.п.).
- Оценка результатов ведения лесного хозяйства (сохранение леса, как возобновляемого источника ресурсов и применения принципов рационального лесопользования).

## Базовая концепция НИЛ Украины

Программа НИЛ Украины базируется на математико-статистическом выборочном методе в сети постоянных пробных площадей, так называемых инвентаризационных участков.

Предусмотрено применение комбинированного подхода, который использует методы дистанционного зондирования (использование аэрфотоснимков и спутниковых снимков для определения принадлежности участков к категории лес/не лес) и детальных наземных наблюдений на лесных участках.

Статистическая инвентаризация предоставляет точную информацию об инвентаризационных участках, которая, при условии правильной компоновки выборки, статистически представляет исследуемую территорию. Степень точности описания обследованной территории характеризуется погрешностью выборки. Инвентаризация проводится на всех лесных участках, которые на момент проведения полевых работ удовлетворяют требованиям по определению леса для нужд НИЛ (табл.1).

**Таблица 1. Критерии для определения категории лес/ не лес для закладки участков НИЛ**

| Критерии | Значения |
|---|---|
| Минимальная площадь лесного контура, в котором проводят закладку участка инвентаризации | 0,1 га |
| Минимальная площадь лесного участка | 0,1 га |
| Минимальная ширина лесного контура | 20 м |
| Минимальная полнота | 0,3 (для молодняков – 0,4) |
| Минимальная высота в спелом возрасте | 5 м |

Повторное проведение статистической инвентаризации лесов дает возможность оценивать изменения, произошедшие в лесах за период между двумя инвентаризациями, то есть - реализовать функцию мониторинга.

## Сеть инвентаризации

Сеть постоянных участков для проведения инвентаризации проектируется таким образом, чтобы оказывать статистически достоверную информацию о территории, на которой проводится инвентаризация. Такая сеть охватывает территорию для обследования всех насаждений, которые относятся к категории “леса”. Как правило, территория покрывается равномерной сетью, что позволяет при повторном проведении наблюдений отслеживать не только динамику состояния лесов, но и динамику изменений категорий землепользования на всей территории.

## Расчет сети инвентаризации

Для территории Украины было предложено несколько вариантов сети инвентаризации – равномерная и стратифицированная (с различной густотой по областям) [7]. Расчет густоты участков инвентаризации проведен с использованием приложения Field-Map Inventory Designer на основании анализа имеющихся данных лесоустройства и моделирования. Для создания сети участков была выбрана координатная система WGS84, которая пригодна для определения координат с помощью GPS приемника.

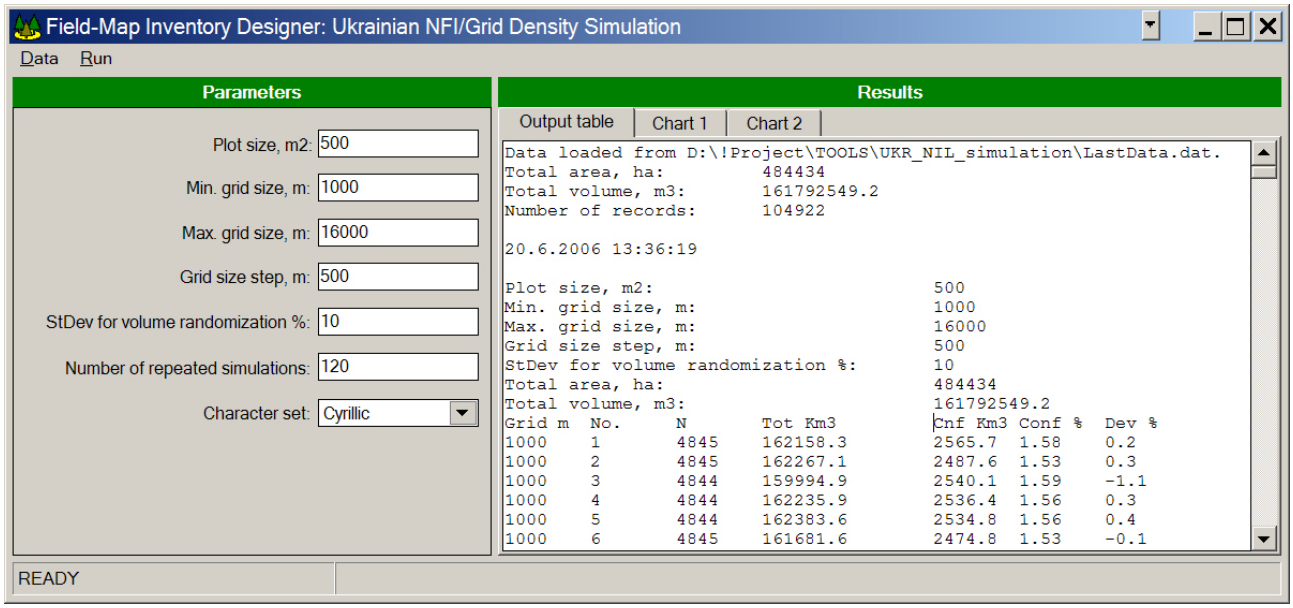



**Рис. 1. Модельный расчет сети инвентаризации при помощи программы Field-Map Inventory Designer.**

Вариант 1: равномерная сеть 5 х 5км. Участки инвентаризации были распределены по годам инвентаризации регулярным образом, с одинаковой плотностью участков для каждого года. Вокруг сторон квадрата, образованного узлами сети были созданы буферные площади шириной 800 м (400 м в одну и другую сторону). В каждом прямоугольнике размещается один участок, который пронумерован по годам инвентаризации для середины прямоугольника. Таким образом, общее расчетное число участков по Украине будет составлять 24025, а лесных 3800 шт. На один инвентаризационный участок приходится 2,5 тыс. га лесных земель, что обеспечивает точность оценки общих запасов древостоев на уровне 2-3% для всей территории Украины.

Вариант 2. переменная сеть инвентаризации. Внедрение переменной плотности сети участков инвентаризации в отдельных областях фактически означает, что данные по Украине будут собираться методом стратифицированной выборки, где отдельные страты будут соответствовать областям. Предложено размещение по два участка инвентаризации в каждом узле сети. Это учтено при расчете параметров сети инвентаризации [7].

Расчеты оптимальной густоты сети участков инвентаризации был произведен при помощи программного обеспечения Field-Map Inventory Designer (рис. 1). На основании результатов отдельных модельных расчетов было рассчитано среднее значение и стандартное отклонение (Табл.2).

Для определения целевого размера сети проб по областям использован следующий алгоритм:

$$Y = \max\left( MinGrid, \min\left( MaxGrid, \sqrt{\frac{S \cdot 1000000 \cdot p/100}{N/2}} \right) \right) \quad (1)$$

где - Y - размер сети в метрах, MinGrid - минимальный допустимый размер сети в метрах, MaxGrid - максимальный допустимый размер сети в метрах, S - общая площадь области в км2, p - лесистость области в%, N - целевое количество участков инвентаризации в лесных насаждениях.

В таблице 2 приведен пример расчета плотности сети при заданных параметрах: минимальный размер сети (MinGrid) - 1500 м, максимальный размер сети (MaxGrid) - 3000 м, целевое количество участков инвентаризации (N) - 800 шт.

**Таблица 2 - Расчет густоты сети и количества участков инвентаризации** [7]

| Область | Общая площадь области (S), км2 | Расчетная величина лесистости (p), % | Размер сети (Y), м | Общее количество участков | Количество лесных участков |
|---|---|---|---|---|---|
| Николаевская | 24600 | 3,9 | 1540 | 20738 | 800 |
| Запорожская | 27200 | 3,9 | 1623 | 20645 | 800 |
| Херсонская | 28500 | 4,6 | 1819 | 17221 | 800 |
| Днепропетровская | 31900 | 4,8 | 1954 | 16702 | 800 |
| Одесская | 33300 | 5,9 | 2210 | 13641 | 800 |
| Кировоградская | 24600 | 6,5 | 1992 | 12393 | 800 |
| Донецкая | 26500 | 7,0 | 2153 | 11429 | 800 |
| Полтавская | 28800 | 8,2 | 2430 | 9754 | 800 |
| Луганская | 26700 | 10,6 | 2659 | 7550 | 800 |
| Крымская | 27000 | 11,4 | 2778 | 6997 | 800 |
| Харьковская | 31400 | 11,9 | 3000 | 6978 | 828 |
| Хмельницкая | 20600 | 12,8 | 2563 | 6273 | 800 |
| Винницкая | 26500 | 13,3 | 2964 | 6033 | 800 |
| Тернопольская | 13800 | 13,9 | 2193 | 5738 | 800 |
| Черкасская | 20900 | 15,3 | 2825 | 5236 | 800 |
| Сумская | 23800 | 17,0 | 3000 | 5289 | 897 |
| Черниговская | 31900 | 20,6 | 3000 | 7089 | 1459 |
| Киевская | 28900 | 21,9 | 3000 | 6422 | 1405 |
| Львовская | 21800 | 28,7 | 3000 | 4844 | 1392 |
| Черновицкая | 8100 | 29,4 | 2438 | 2725 | 800 |
| Волынская | 20200 | 31,3 | 3000 | 4489 | 1405 |
| Житомирская | 29900 | 33,1 | 3000 | 6644 | 2198 |
| Ровенская | 20100 | 36,4 | 3000 | 4467 | 1626 |
| Ивано-Франковская | 13900 | 41,5 | 3000 | 3089 | 1282 |
| **Итого по Украине** | **603700** | | | **215230** | **25943** |

| Область | Общая площадь области (S), км2 | Расчетная величина лесистости (p), % | Размер сети (Y), м | Общее количество участков | Количество лесных участков |
|---|---|---|---|---|---|
| Закарпатская | 12800 | 51,0 | 3000 | 2844 | 1451 |
| **Итого по Украине** | **603700** | | | **215230** | **25943** |

Общее количество точек полученных расчетом по уравнению (1) для всей Украины является 215 230, при этом лесных точек ожидается 25 943. При таком количестве пробных площадок можно ожидать выборочную ошибку для областей около 5% и для всей Украины меньше 1%.

## Показатели НИЛ

Состав данных, которые определяются на инвентаризационных участках, охватывает все компоненты лесной экосистемы (свыше 100 показателей). Информационная система НИЛ является цельной, взаимозависимой и интегрированной, но в тоже время открытой, чтобы, при необходимости можно было проводить дополнения или корректировки, которые могут возникнуть при повторных инвентаризациях. В ходе этих повторных инвентаризаций при необходимости можно будет менять, актуализировать и дополнять данные, учитывая при этом необходимость обеспечения последовательности данных во времени.

Для получения необходимых данных используются различные методы, начиная с прямых измерений (дендрометрические данные), экспертной оценки, использования информации из других источников (в частности, базы данных „Лесной фонд Украины“), расчетов и т.д. Показатели и методические приемы, использованные в НИЛ, определены и подобраны таким образом, чтобы они в максимальной степени учитывали отечественные и международные стандарты, что обеспечивает необходимую степень согласованности с существующими национальными данным и НИЛ в странах Европы [5, 8-11].

**Список показателей НИЛ:**

**Характеристика участка / сегмента**

- Географические координаты, номер участка, размер участка / сегмента, категория земель, форма собственности, доступность участка

**Качественные характеристики дерева**

- Класс Крафта
- Ярус
- Деревья с раздвоением стволов
- Сухостой

**Неоднородность насаждения**

- Состав пород (видовое богатство)
- Видовая выравненность
- Пространственное расположение пород
- Пространственное расположение деревьев

**Дендрометрические показатели**

- Диаметр на высоте груди

- Высота дерева
- Высота начала живой кроны и первой сухой ветки
- Профиль ствола (дистанционное измерение диаметров)
- Качество ствола
- Количество тонких деревьев (D> 7 см и <12 см)
- Жизненность тонких деревьев

**Возобновление леса**

- Наличие возобновления
- Поддержка естественного возобновления
- Происхождение возобновления
- Площадь возобновления
- Размещение возобновления
- Форма смешивания
- Состав возобновления по древесным породам и возрасту
- Класс высоты возобновления
- Количество деревец возобновления
- Повреждение возобновления
- Факторы, ограничивающие возобновление леса
- Вид повреждения, интенсивность и давность повреждения возобновления

**Повреждение деревьев**

- Интенсивность и давность повреждения деревьев
- Жизненность (состояние) деревьев

**Характеристика растительного покрова**

- Виды напочвенного покрова
- Покрытие почвы растительностью, кустарничками, кустарниками, травянистыми растениями, мхами, папоротниками
- Ценность биотопа

**Характеристика пней и остатков древесины**

- Порода, толщина, высота и давность пней
- Покрытие поверхности почвы ветвями
- Порода, толщина, длина, степень разложения, тип гнили отмершей древесины

**Характеристика условий для животных**

- Доступность участка для животных
- Следы жизнедеятельности птиц и зверей

**Характеристика местопроизрастания**

- Высота над уровнем моря
- Характеристики рельефа
- Экспозиция и уклон склона
- Эрозия и оползни

- Лавиноопасные участки
- Противолавинные мероприятия
- Тип почвы
- Глубина ризосферы
- Форма гумуса
- Толщина подстилки
- Толщина гумусового слоя

## Технология сбора данных на инвентаризационных участках

В проекте методики НИЛ Украине предлагается использовать современную доступную технологию для полевого сбора данных «Field-Map», который интегрирует программное и аппаратное обеспечение [12].

На всех этапах работ по инвентаризации: при планировании работ, расчета сети, работе с картографическим материалом, непосредственно при полевых работах, при контроле качества и управлении данными, а также обработки и представления результатов будет использована ГИС Field-Map.

Данные во время полевых работ заносятся в базу данных компьютера в стандартных форматах данных, проверяются и визуализируются. Таким образом, исчезает необходимость переписывания форм в компьютер и повторной зарисовки полевых эскизов, что может стать источником ошибок, а также снижаются затраты времени на разработку структуры базы данных.

**Таблица 3. Программное обеспечение технологии «Field-Map» состоит из таких компонентов (прикладных программ):**

| Приложение | Функции |
|---|---|
| Field-Map Project Manager | Определение структуры базы данных; |
| | Подготовка цифровых основ карт; |
| | Управление базами данных; |
| | Контроль целостности и заполнения базы данных; |
| | Экспорт данных. |
| Field-Map Data Collector | Создание полевого приложения; |
| | Поддержка навигации на участок инвентаризации; |
| | Сбор данных (измерения, картирование, он-лайн/офф-лайн связь с отдельными приборами); |
| | Поддержка создания топологически связанных слоев карт; |
| | Контроль заполнения базы данных; |
| | Контроль полноты базы данных (контроль логических связей в базе данных); |
| | Импорт данных; |
| | Функция для повторного наблюдения. |
| Field-Map Inventory Analyst | Подготовка данных для обработки; |
| | Расчеты недостающих значений (моделирование); |
| | Статистическая обработка данных; |
| | Автоматизированное образования форм с данными (таблицы, графики) для отчета |

Технология Field-Map предоставляет целый ряд инструментов для эффективного сбора данных. Среди важнейших: возможность работы в глобальной или локальной системе координат, поддержка навигации на целевую точку (GPS навигация, навигация с помощью лазерного дальномера в комбинации с электронным компасом), коммуникация с электронными приборами, возможность «свободного» передвижения по площади (постоянная гео -привязка), полная поддержка картирования, включая визуализацию, и образование топологических слоев карт, специальные функции для измерения параметров деревьев (измерение проекций и профилей крон, диаметров или профилей ствола), контроль охвата деревьев (дерево на участке или за ее пределами) на основе точной идентификации позиции центра дерева и измерения его диаметра на высоте груди, контроль заполнения базы данных и логических связей в ней [12, 13].

Полевая прикладная программа оснащена специальными функциями для повторного наблюдения, начиная с повторного поиска центра инвентаризационной участка, идентификации отдельных деревьев на основе их позиции и дендрометрических характеристик, контроль связи между данными отдельных наблюдений.

Преимуществом технологии «Field-Map» является также тот факт, что при сборе данных используются стандартные форматы данных. Сведения о картировании (ГИС часть) хранятся в формате «ESRI shapefile», и поэтому их можно использовать без конверсии в любом программном обеспечении ГИС. Числовые данные хранятся в таблицах системы «Paradox» или «MS Access», на выбор потребителя. Также возможен экспорт данных в «dBase», «MS Excel» или «XML» форматы.

**Таблица 4. Форматы данных, которые используются Field-Map**

| Тип данных | Формат данных | Возможности |
|---|---|---|
| Картографические данные | “ESRI shapefile” | Можно использовать без конверсии в любом ГИС |
| Числовые данные | “Paradox”, “MS SQL”, “MS Access” (на выбор пользователя) | Экспорт даннях в “dBase”, “MS Access ”, “MS Excel” или “XML” форматы |
| Графические данные | JPG | Сохранение визуальной информации об участке и объекте |

## Методика полевых наблюдений

### Дизайн инвентаризационного участка

Инвентаризационный участок – круговой, радиусом 12,62 м (площадь участка - 500 м2). В случае неоднородных условий площадь участка разбивается на 2-5 сегментов. В центре тяжести сегментов закладываются круговые площадки, радиусом 1,78 м для оценки малых деревьев (с диаметром от 7 см до 11,9 см) и подроста (от 10 см высотой до 6,9 см по диаметру).

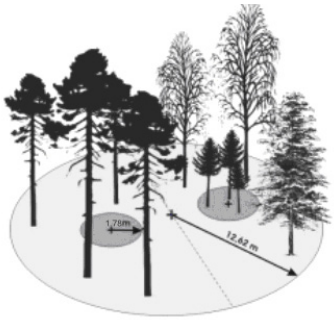



**Рис. 2. Схема инвентаризационного участка**

### Полевые работы

Полевые работы проводятся на инвентаризационных участках. Ниже представлены основные этапы проведения полевых работ по НИЛ с использованием полевой ГИС Field-Map. При выполнении полевых работ следует придерживаться определенного порядка действий, поскольку этапы работ согласованны между собой.

1. Подготовка к полевой работе.
2. Нахождение центра инвентаризационной участка на местности: (с помощью GPS-приемника и навигации к целевой точке),
3. Определение принадлежность участка к лесным условиям, фиксация центра участка.
4. Характеристика инвентаризационного участка.
5. Проведение оценок и измерений на лесных участках.
6. Проверка целостности базы данных и полноты данных.
7. Графическое изображение выполненного участка.

**Методика полевых работ**

Для всех «лесных» инвентаризационных участков по каждому сегменту вносят в базу данных информацию о категории участка, орографические характеристики (экспозиция, склон), характеристики насаждения (хозяйственные мероприятия, вертикальная структура, состояние насаждения и степень его естественности), о наличии эрозии почвы и лавиноопасных участков. Указываются также факторы негативного влияния на лесные насаждения.

На всех «лесных» инвентаризационных участках оценивают и картографируют позиции деревьев с диаметром от 12 см и выше, включая сухостойные деревья. Для всех деревьев проводятся дендрометрические измерения, также определяется древесная порода, ярус, класс Крафта, возраст, оценивается раздвоение ствола, экологическое значение и состояние дерева (сухостой / живое дерево), повреждения, качество ствола и жизненность.

Для деревьев с диаметром от 7 до 11,9 см определяют следующие показатели: древесную породу, статус дерева (сухостой / живет), возраст дерева, повреждения, жизненность (категория состояния), диаметр и высоту (если деревья составляют основной полог).

При описании местопроизрастания оценивается степень покрытия отдельными видами растений, а также общая степень покрытия по группам растительности (например, покрытие травянистой растительностью, кустарниками и т.д.), а затем проводится идентификация отдельных видов растений и оценка их покрытия в рамках сегмента (по шкале степени покрытия Г. М. Высоцкого). Также делают почвенный разрез для определения характеристик почвы и гумусового слоя.

На всех сегментах с деревьями проводят оценку неоднородности насаждения. Отмечают доступность участка для дичи, наличие следов жизнедеятельности птиц и зверей.

При оценке подроста учитывают размещение возобновления по площади сегмента, видовой состав, возраст и размеры, определяющие происхождения (искусственное / естественное), меры содействия, размещение каждой единицы возобновления на участке и формы смешивания. Подрост разделяют по классам высоты. В каждом классе высоты исследуется количество единиц возобновления по отдельным древесным породам, определяется средняя высота (для каждой категории по породам) и средняя толщина экземпляров возобновления (только для крупного подроста), а также оценивается повреждения.

Инвентаризация отмершей древесины включает оценку покрытия сегмента инвентаризаци-

онного участка хворостом, размещение отмершей древесины в сегменте, описание и измерение отрезков отмершей древесины и пней.

## Структура базы данных

Была создана база данных «Инвентаризация лесов» в Project Manager Field-Map, которая имеет следующую структуру:

**Участок:**

- Описательные характеристики участка.

**Сегмент:**

- Картирование границ сегментов.
- Описание местопроизрастания, растительности, почвы, подстилки.
- Описание условий для животных и дичи.
- Описание неоднородности насаждения.

**Деревья (диаметром от 12см и выше):**

- Картирование позиций, дендрометрические и описательные показатели.

**Подучасток:**

- Картирование центров подучастков.
- Деревья (диаметром от 6 до 11,9 см): дендрометрические и описательные показатели, без картирования позиций деревьев.
- Возобновление (высотой от 10 см до 5,9 см по диаметру): список, порода, классы высоты, размеры, повреждения.

**Отмершая древесина:**

- Валежник: перечень остатков, характер расположения, размеры, степень разложения.
- Пни: список пней, характер расположения, размеры, степень разложения.

## Обработка данных

Для обработки данных будет использовано Field-Map Inventory Analyst [14], который позволяет обрабатывать данные полевых наблюдений без всяких промежуточных шагов, вся обработка данных проводится в первичной базе данных без преобразований. Программа включает полный набор процедур обработки данных, таких как расчет вторичных атрибутов и статистическая обработка данных. Результаты статистической обработки данных создаются автоматически в форме стандартизированных таблиц и диаграмм и могут быть использованы для отчетов по НИЛ.

Основным статистическим показателям является общее количество (например, фото, количество деревьев, площадь в целом или площадь единицы, оценивается), среднее значение (например, средний запас) и доверительный интервал, определенный для уровня достоверности 0.1. Технология «Field-Map» одновременно позволяет вычислять диаметры для различных единиц выборки, взвешенные диаметры или, так называемые, стандартизированные диаметры, что в целом расширяет возможности использования данных, собираемых.

Программа позволяет проводить анализ данных по всей базе инвентаризации непосредственно образуя связи с данными, без создания отдельных файлов и таблиц, проводить клас-

сификацию, переклассификации, стратификацию, и агрегацию данных в базе данных НИЛ, создавая при этом дополнительные поля в структуре БД со значениями этих классов [14].

## Ожидаемые результаты НИЛ

Для анализа данных НИЛ будет сформулирован более 100 задач и получено столько же отчетных таблиц с результатами. Результаты НИЛ можно сгруппировать в нижеуказанные блоки.

1. Лесные земли (площади насаждений).
2. Запас древесины.
3. Возрастная структура (таблицы классов возраста).
4. Породная структура.
5. Средние таксационные показатели древостоев (средний диаметр, средняя высота, сумма площадей сечения, количество стволов).
6. Структура насаждений.
7. Биоразнообразие.
8. Запас углерода.
9. Санитарное состояние насаждений (здоровье леса).
10. Отмершая древесина.
11. Возобновление леса.
12. Напочвенная растительность.

## Практические результаты проекта:

- В ходе проекта ТехИнЛес были проведены пилотные эксперименты по выборочно-статистической инвентаризации лесов в НПП «Гомольшанские леса» [15] и Нижнем Быстром [16] с использованием технологии Field-Map.
- Была разработана концепция НИЛ Украины, с учетом современных отечественных и зарубежных знаний и практического опыта по проведення выборочно-статистической инвентаризации в регионе Европейской Экономической Комисии ООН [11], Центра национальной инвентаризации лесов ПО «Укргослеспроект» [17]и собственных пилотных экспериментов для обеспечения достижения поставленных целей и создания основы для долгосрочного и постоянного наблюдения за состоянием лесных экосистем, его динамикой и развитием на всей территории Украины.
- Был разработан подход для расчета густоты сети участков инвентаризации для заданной точности и с учетом конкретных параметров на уровне отдельных областей Украины. Были получены расчетные координаты участков для регулярной сети инвентаризации 5 х 5 км, и стратифицированной сети (с разной густотой по областям).
- Были выбраны ключевые показатели НИЛ.
- Была разработана «Методика национальной инвентаризации лесов Украины», (2007) и проект «Методических рекомендаций по проведению инвентаризации и мониторинга лесов на базе передовых технологий» (2009).
- В качестве технологии для реализации НИЛ в Украине была выбрана технология Field-Map.

## Выводы

Разработка методологии НИЛ Украины является одним из приоритетных направлении Госкомлесхоза.

## Список литературы


1. Указ Президента України за № 171/2004 від 7 лютого 2004 року "Про додаткові заходи щодо розвитку лісового господарства".

2. Концептуальна програма розвитку лісовпорядкування на період до 2010 року // Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання. – Ірпінь, 2006. – 15 с.

3. Forest Europe: the MCPFE Newsletter of the Liaison Unit Vienna. - Issue 13, January / February 2003, 2 p.

4. Концептуальна програма розвитку лісовпорядкування на період до 2010 року (проект) // Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання. Ірпінь. – 2006. – 15 с.

5. Порядок ведення державного обліку лісів і державного лісового кадастру. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 27.09.1995 за №767. – 2 с.

6. Черны М., Букша И.Ф., Пастернак В.П., Русс Р. Информационный стандарт для лесного хозяйства Украины – основа интеграции данных и развития ГИС / М.Черны, И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Р.Русс // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2005. – вип. 108. - С.9-16.

7. Черны М. Определение густоты сети пробных площадок национальной инвентаризации лесов Украины / М. Черны, П. Вопенка, Н.П. Левкивский, И.Ф. Букша // Научный вестник НАУ, 2006. Вып 103. – С. 163–172.

8. Інструкція з впорядкування лісового фонду України. - Держкомлісгосп України, Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання. –Ірпінь. – 2006. – 74 с.

9. Інструкція про порядок ведення державного лісового кадастру і первинного обліку лісів. Затверджено наказом Мінлісгоспу України від 15.11.1995 р. за №134, зареєстровано Мінюстом України 23.11.1995 за №422/958. – 30 с.

10. Černý M. Narodni inventarizace lesu v Česke Republice / M. Černý, J. Pařez, P. Moravčik // Lesnicka Prace. – № 2/2000. – Praha, 2000. –P. 63-65.

11. National Forest Inventory Reports // E. Tomppo et al. (eds.) [Електронний ресурс] – Springer Science. Business Media B.V. – 2010 – 612 p.

12. Руководство пользователя Field-Map Project Manager 8 / IFER, IFER – Monitoring and Mapping Solutions, Ltd. – 2008. – 184 с.

13. Черны М., Букша И. Field-Map (Полевая Карта) – передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения/ Мартин Черны, Игорь Букша // Матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків. – 2005. – С. 84-85.

14. Черны М. Руководство пользователя "Field-Map Inventory Analyst" / Мартин Черны, Радек Русс, Федор Татаринов, Мартина Роубалова, IFER , Прага, 2005. – 115 с.

15. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку «Гомільшанські ліси» / Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мєшкова Т.С. et. al. // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2006. – Вип. 109. – С.111-116.

16. Статистическая инвентаризация лесов в Нижнебыстрянском лесничестве Хустского гослесхоза [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.techinles.org.ua/activity1_1.php.

17. Методичні вказівки до проведення польових робіт з інвентаризації лісів Поліського регіону України – Ірпінь, науково-інформаційний центр лісоуправління, 2006. – 72 с.

# Производственная инвентаризация лесов в Нижнебыстрянском лесничестве

## Введение

В 2005 году была проведена статистическая инвентаризация лесов Нижнебыстрянского лесничества Закарпатского ОУЛХ в рамках совместного швейцарско-украинского проекта развития лесного хозяйства Закарпатья "FORZA". Данное лесничество – одна из экспериментальных единиц проекта FORZA. Полевые работы проводились сотрудниками IFER, при участии ПО «Укргослеспроект», ТехИнЛес, и лесничества.

Большая часть территории Нижнебыстрянского лесничества является водоразделом реки Широкий. Цель проекта FORZA – обеспечение устойчивого развития пилотной территории путем формирования плана развития водораздела. Инвентаризация природных ресурсов является важной составляющей данного плана развития территории. Леса покрывают большую часть водораздела (64%). Площадь обследуемого объекта составила 5 685 га, из них 3 614 га – площадь лесных земель (согласно классификации снимков LANDSAT). Обследуемая территория имеет сложный рельеф, местность гористая, часто с крутыми склонами, и труднодоступная. Средний уклон на покрытых лесом землях составляет около 22°, а максимальный – около 40°. Территория лесничества расположена в диапазоне высот над уровнем моря от 300 до 1000 м, средняя в.н.у.м. –700 м. Среднегодовое количество осадков составляет 620 мм, а среднегодовая температура – 6°С.

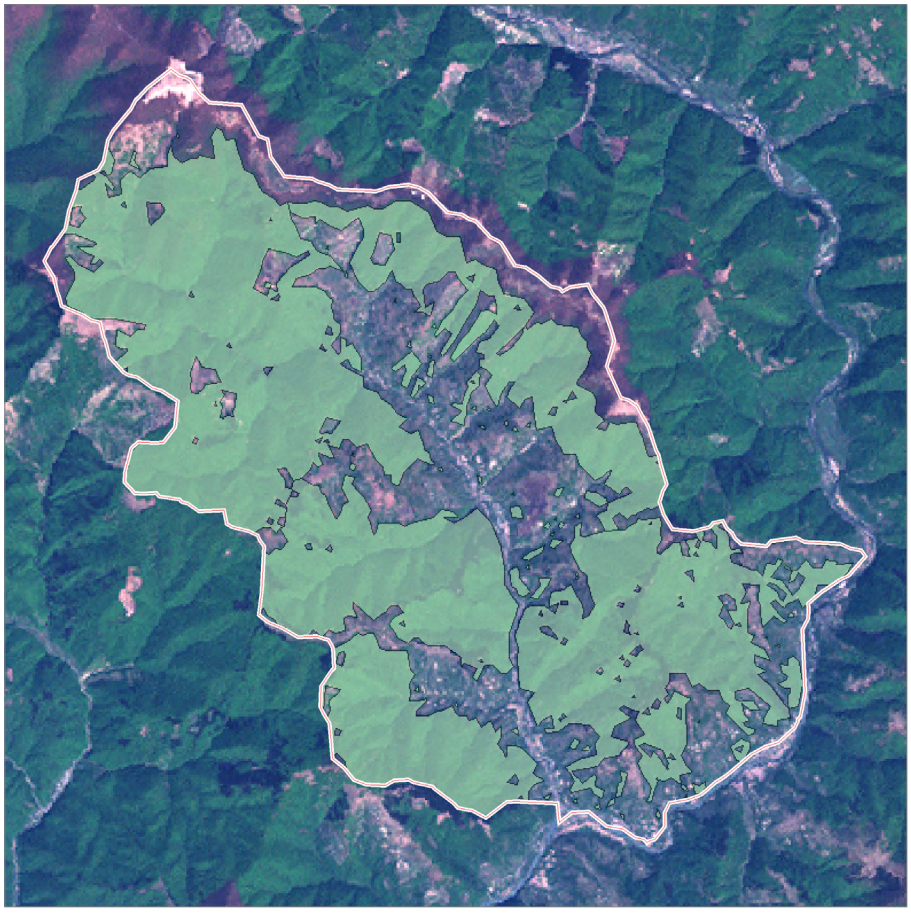


**Рис.1. а) снимок LANDSAT (цветная композиция) с наложенными границами исследуемой территории (белая линия) и лесными землями (участки, окрашенные зеленым с черными границами).**

## Методика

Статистическая инвентаризация лесов разрабатывается на территории водосбора речки Широкий и части водосбора реки Рика. Поскольку существующая карта лесных насаждений не была доступна в виде векторной цифровой карты с географической привязкой, для определения лесной площади использовался подход, основанный на класификации сателлитного снимка LANDSAT TM. Была выделена площадь лесов размером 3 614 га.

Методика статистической инвентаризации основывается на методических и технологических разработках института IFER и на требованиях формулированных со стороны ФОРЗА. Проект проводится во времени ограниченном двумя месяцами работ. Программа исследования включает характеристики лесной продукции, характеристики структуры лесных насаждений и некоторые характеристики биоразнообразия.

### Сеть площадок

Сеть инвентаризационных площадок должна равномерно покрыть обследуемую территорию. В случае сложных трудно доступных горных условий рекомендуется группировать инвентаризационные площади в кластеры так, чтобы производительность полевых работ повысилась. В одном кластере закладывается такое количество площадок, которое можно в среднем обработать в поле за один день.

В данной методике используется исходная сеть 1x1 км и кластеры состоящее из пяти инвентаризационных пробных площадок. Для того, чтобы повысить репрезентативность площадок, распределение площадок около центра кластера проводится так, чтобы инвентаризационные площади покрыли как можно лучше градиент высот над уровнем моря. При этом используется цифровая модель рельефа.

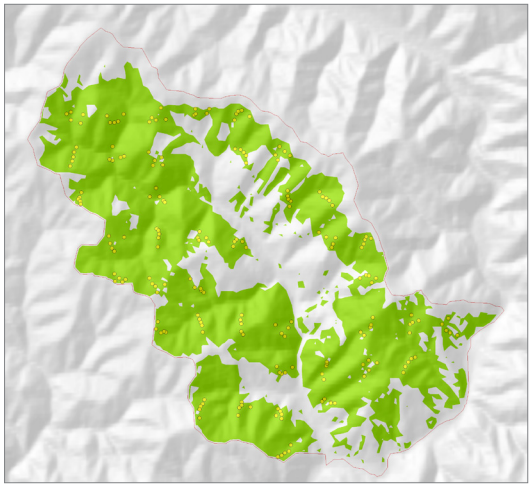


**Рис. 2: Размещение инвентаризационных участков по исследуемой территории**

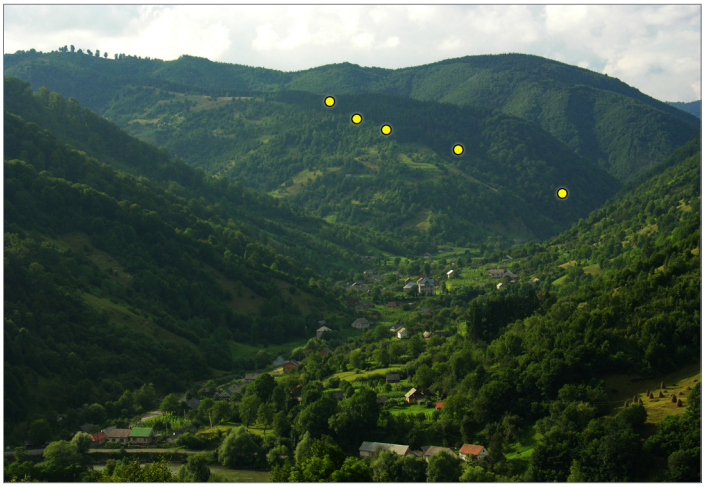


**Рис. 3: Пример расположения площадок инвентаризации, относящихся к одному кластеру (кластер N.132).**

### Форма площадки

Пробная площадь имеет форму круга радиусом r = 12,62м, что соответствует площади 500 м$^2$, и состоит из двух концентрических кругов разного размера, на которых проводятся измерения и сбор данных. Кроме того, вне ее центра выделяется круговая инвентаризационная площадь радиусом 2 м для учета возобновления леса. Концентрическое расположение инвентаризационных кругов позволяет существенно снизить количество измерений более мелких деревьев; с другой стороны дает возможность измерить больше крупных деревьев. Принадлежность дерева к определенному инвентаризационному кругу определяется по его расстоянию от центра пробной площади и диаметру на высоте груди (Д1,3).

## Технология

Практическое проведение проекта основано на использовании продвинутой технологии для компьютерного сбора полевых данных Field-Map. При помощи этой технологии был подготовлен проект для полевых работ, который непосредственно связан с методикой проекта (смотри структуру базы данных в приложении).

Технология Field-Map состоит из измерительных полевых приборов и программного обеспечения:

- Прибор для определения географической позиции (GPS) – SX Blue
- Прибор для измерения расстояния и вертикальных углов – лазерный дальномер-высотомер Impuls (Laser Technology Inc.)
- Прибор для измерения азимутов – электронный компас MapStar (Laser Technology Inc.)
- Оптический прицел для дистанционного измерения диаметров ствола (IFER)
- Полевой компьютер – Recon CE
- Мерная вилка для измерения диаметров деревьев

## Результаты

Анализ данных инвентаризации проведен с помощью модуля Field-Map Inventory Analyst. В качестве основных статистических показателей были приняты: общее количество (запас, количество деревьев, площадь), средние значения (например, средний запас на гектаре), доверительный интервал, определенный для уровня достоверности α=0,05 и процент данной переменной.

Размер доверительного интервала – один из наиболее важных значений при статистической инвентаризации, поскольку он предоставляет информацию о достоверности отдельных результатов. Доверительный интервал для общего запаса составил ±7,6%. Учитывая относительно низкую интенсивность выборки, такое значение может рассматриваться как хороший результат.

### Запас

Запас лесных насаждений рассчитывался для стволовой древесины в коре. Общий запас древесины в коре составил 1 348,3 тыс. м3 (Таб. 4). Средний запас на гектар выше в насаждениях ели обыкновенной (Таб. 3), а для всех пород средний запас на гектар составил 373 м3/га.

Для реалистичной оценки ценности леса и потенциальной древесной продукции более важна оценка сортиментной структуры. Средний запас деловой древесины, который включает все сортименты, в т.ч. и дровяную древесину представлен в Таб. 1. Запас высококачественной

**Таб. 1: Средний запас деловой древесины на гектар (нормализированное среднее) по группам пород, все сортименты**

| Species *Порода* | Merch. volume (Scenario 2) *Объем дел.древ. (Сценарий 2)* | |
|---|---|---|
| | $m^3$/ ha | |
| Norway spruce *Ель обыкновенная* | 371 | (286 - 455) |
| beech + other broadl. *Бук и другие листв.* | 349 | (324 - 373) |
| All *Все* | 354 | (330 - 378) |

**Таб. 2: Средний запас на гектар высококачественной древесины (нормализированное среднее) по группам пород, Сортименты I и IIA**

| Species *Порода* | Merch. vol. (high quality) *Объем высококачеств.древ.* | |
|---|---|---|
| | $m^3$/ ha | |
| Norway spruce *Ель обыкновенная* | 38 | (18 - 59) |
| beech + other broadl. *Бук и другие листв.* | 35 | (29 - 42) |
| All *Все* | 37 | (30 - 43) |

**Таб. 3: Запас древесины в коре на гектар (нормализированное среднее) по группам пород**

| Species *Порода* | Stem volume *Объем ствола* | |
|---|---|---|
| | $m^3$/ ha | |
| Norway spruce *Ель обыкновенная* | 409 | (315 - 504) |
| beech + other broadl. *Бук и другие листв.* | 366 | (341 - 391) |
| All *Все* | 373 | (348 - 398) |

**Таб. 4: Общий запас в коре по древесным породам**

| Species *Порода* | Stem volume o.b. *Запас (ствол в коре)* | | |
|---|---|---|---|
| | 1000 $m^3$ | | % |
| Norway spruce *Ель европейская* | 88.4 | (62.9 - 114.0) | 6.6 |
| Quercus *Дуб* | 13.1 | (2.9 - 23.3) | 1.0 |
| beech *Бук* | 1 205.3 | (1 103.9 - 1 306.6) | 89.5 |
| hornbeam *Граб* | 7.0 | (0.0 - 14.7) | 0.5 |
| maple *Клен остролистный* | 1.9 | - - | 0.1 |
| sycamore *Клен белый* | 23.2 | (14.3 - 32.1) | 1.7 |
| ash *Ясень* | 3.1 | (0.0 - 22.8) | 0.2 |
| elm *Вяз* | 0.9 | - - | 0.07 |
| birch *Береза* | 1.6 | (0.7 - 2.6) | 0.1 |
| alder *Ольха серая* | 2.8 | - - | 0.2 |
| willow *Ива* | 0.8 | - - | 0.06 |
| Total *Итого* | 1 348.3 | (1 245.6 - 1 450.9) | 100.0 |

древесины (большего диаметра и без повреждений) значительно ниже (Таб. 2), запас древесины среднего качества занимает среднее положение. Доля низкокачественной древесины составляет 70% и около одной трети древесины представлено древесиной с гнилью.

## Структура лесных насаждений

Одним из наиболее важных результатов инвентаризации является породный состав (Таб. 5). На обследуемой территории преобладающая древесная порода – бук лесной, а участие остальных пород незначительно. Данные о площадях насаждений бука и ели обыкновенной, полученные в результате инвентаризации сравнимы с имеющимися данными лесоустройства. Для бука по данным инвентаризации это 87,1%, а по данным лесоустройства – 84,6%, для ели обыкновенной 5,7% и 7,8% соответственно. Обычно данные стандартного лесоустройства

**Таб. 5: Общая площадь лесных насаждений по породному составу древесных пород и высоте над уровнем моря**

| Species *Порода* | Altitude / Area *Высота над уровнем моря / Площадь* | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <700 m | | | 700 m + | | | Total *Итого* | | |
| | ha | | % | ha | | % | ha | | % |
| Norway spruce *Ель европейская* | 101.2 | (49.5 - 152.9) | 7.0 | 105.9 | (52.9 - 158.8) | 4.9 | 207.1 | (135.6 - 278.6) | 5.7 |
| Quercus *Дуб* | 11.0 | (0.0 - 104.9) | 0.8 | 37.8 | (2.7 - 72.9) | 1.7 | 48.8 | (13.9 - 83.7) | 1.4 |
| beech *Бук* | 1 222.2 | (1 145.8 - 1 298.6) | 84.5 | 1 924.1 | (1 842.2 - 2 005.9) | 88.7 | 3 146.3 | (3 036.2 - 3 256.4) | 87.1 |
| hornbeam *Граб* | 47.8 | (13.6 - 82.0) | 3.3 | - | - - | - | 47.8 | (13.6 - 82.0) | 1.3 |
| maple *Клен остролистный* | 5.3 | (0.0 - 18.9) | 0.4 | 0.1 | - - | 0.003 | 5.4 | (0.0 - 17.3) | 0.1 |
| sycamore *Клен белый* | 26.6 | (6.6 - 46.6) | 1.8 | 71.0 | (44.5 - 97.4) | 3.3 | 97.5 | (65.9 - 129.2) | 2.7 |
| ash *Ясень* | 7.4 | (0.0 - 33.1) | 0.5 | 21.9 | (7.5 - 36.4) | 1.0 | 29.4 | (11.6 - 47.1) | 0.8 |
| elm *Вяз* | 2.6 | - - | 0.2 | - | - - | - | 2.6 | - - | 0.07 |
| birch *Береза* | 2.6 | (0.0 - 7.1) | 0.2 | - | - - | - | 2.6 | (0.0 - 7.1) | 0.07 |
| alder *Ольха серая* | 18.1 | - - | 1.2 | - | - - | - | 18.1 | - - | 0.5 |
| aspen *Осина* | 0.8 | (0.0 - 7.1) | 0.06 | - | - - | - | 0.8 | (0.0 - 7.1) | 0.02 |
| willow *Ива* | - | - - | - | 7.8 | (0.0 - 76.6) | 0.4 | 7.8 | (0.0 - 76.6) | 0.2 |
| Total *Итого* | 1 445.6 | - - | 100.0 | 2 168.5 | - - | 100.0 | 3 614.1 | - - | 100.0 |

имеют тенденцию недооценивать редкие породы, такие как клен (2,8% - данные инвентаризации и 0,04% данные лесоустройства). В то же время, площадь дуба была переоценена при лесоустройстве (1.4% и 2.9% соответственно).

### Отмершая древесина

Общее количество сухостойных деревьев составляет 6,3% от общего количества деревьев в лесничестве, а их запас – около 2,8% от общего запаса древесины. Общий оъём валежника – 49,4 тыс. м3.

### Возобновление

Территория Нижнебыстрянского лесничества имеет высокий потенциал для природного возобновления. В среднем, на один гектар лесных земель приходится 1 900 единиц возобновления молодых деревьев высотой от 0,4 м и до 12 см диаметром.

## Дополнительные результаты

### Анализ склонов

Из цифровой модели рельефа можно извлечь данные по склонам и использовать их для анализа уклонов. Только очень небольшая территория лесов лесничества доступна для проезда колесного трактора, который может работать на склонах до 17°. Лошади могут работать на склонах до 20° и поэтому более подходящей технологией для трелевки в таких условиях являются гусеничные трактора (на склонах до 25°), но при этом необходимо учитывать экологические аспекты лесопользования.

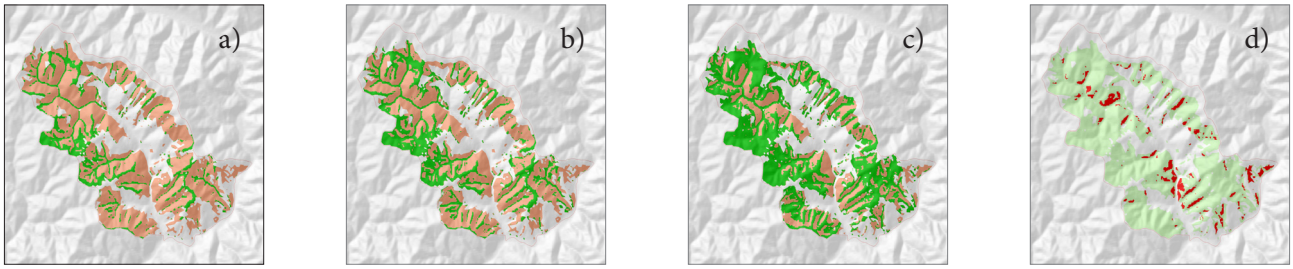



**Рис. 5: ГИС анализ склонов. Зеленым цветом отмечены территории, доступные при помощи a) колесного трактора, b) лошади и c) гусеничного трактора. Защитные леса d) отмечены красным цветом.**

**Рис. 6: Крутые склоны, расположенные на отдаленных территориях, как правило, покрыты лесами, в которых не проводятся лесохозяйственные мероприятия и они не имеют ценной древесны. Однако породный состав в них более разнообразный.**

## Дороги и эрозия

На территории Нижнебыстрянского лесничества практически отсутствуют нормальные дороги. Даже основная дорога, проходящая через деревню Широкий, была разрушена паводком и не отремонтирована. Единственным видом транспорта, на котором можно было без проблем добраться до конца долины, был грузовик, служивший транспортом для работников лесничества.

Все трелевочные волоки без покрытия, проложены с помощью бульдозеров. В некоторых случаях они идут прямо вниз по склону, и даже небольшой дождь вызывает обширную эрозию. Однако после окончания лесозаготовок дороги больше не используются и в большинстве случаев они служат местом для естественного возобновления леса (Рис.7).

**Рис. 7: Технология трелевки a) вызывает значительную эрозию в местах трелевочных волоков b). Однако, эти же волоки через 20 лет после использования становятся хорошим местом для естественного возобновления ели c) и бука d).**

## Лесохозяйственная карта

Лесохозяйственная карта лесничества была в бумажном, а не в цифровом виде. Для оцифровки она была сфотографирована по частям при помощи цифрового фотоаппарата, фрагменты были объединены в программном обеспечении по обработке изображений и геокодированы при помощи ГИС, с использованием границ, полученных при классификации снимка LANSAT. Карта (в растровом формате) была использована как фоновая карта в полевых компьютерах. Следующим шагом была оцифровка карты (перевод в векторный формат) для того чтоб можно было использовать ее для расчета площадей. Карта лесничества в векторном формате может быть использована для работы с пространственной базой данных лесохозяйственного плана (проекта организации и развития).

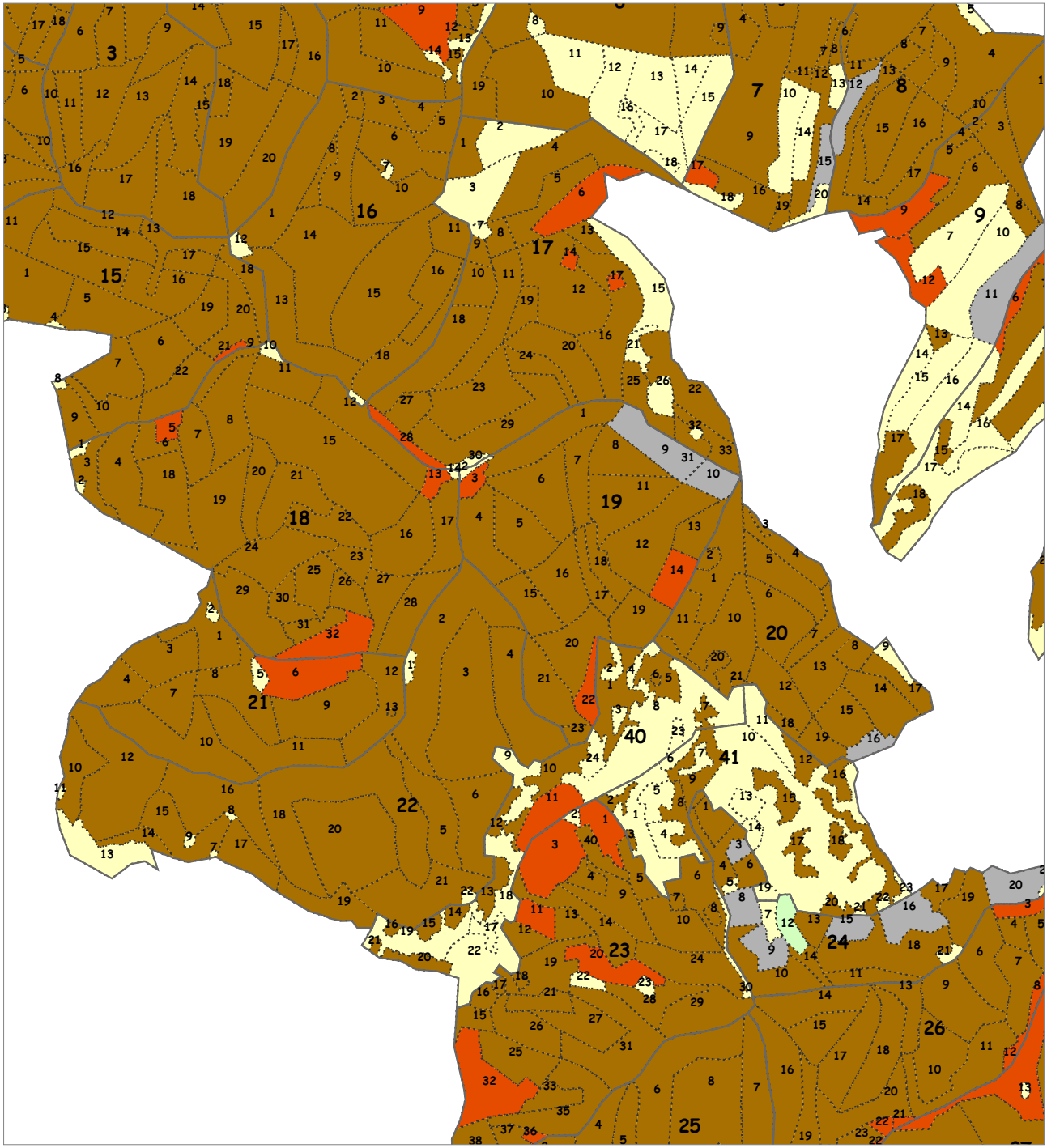


**Рис. 8: Фрагмент лесохозяйственной карты, классифицированной по породам**

## Выводы

Проект производственной выборочно-статистической инвентаризации в Нижнем Быстром осуществлялся при тесном сотрудничестве специалистов из Чешской республики, Украины и Швейцарии при помощи Field-Map – передовой технологии для полевого сбора данных и их анализа.

Проект предоставил потенциально очень полезные данные и продемонстрировал возможности методов статистической инвентаризации для лесного производства. В сравнении с традиционным лесоустройством, статистическая инвентаризация предоставила значительно более широкий набор характеристик лесных насаждений. Наряду с характеристиками породного состава, структуры лесных насаждений, возобновления и биоразнообразия, представлены также характеристики запаса.

На основании полевых обследований запас был классифицирован по качеству и рассчитан выход сортиментов, определенных пользователем. Результаты статистической инвентаризации представлены в виде сводных таблиц с данными, структура и содержимое которых были определены поставленными задачами. Другие задачи могут быть определены и обработаны согласно требований пользователей.

Две полевые команды смогли выполнить инвентаризационные работы за один месяц. Статистическая инвентаризация в Нижнем Быстром была построена как система постоянных инвентаризационных площадей. В отличии от других систем? такая система создает уникальную возможность для оценки текущего прироста при повторных измерениях. Ценность постоянных инвентаризационных площадей со временем возрастает.

**Рис. 9: Планирование работ по инвентаризации в лесничестве**

**Рис. 10: Полевые работы**

## Список литературы

Petr Vopenka and Martin Cerny In Transcarpathia, Ukraine, GIS Aids Statistical Forest Inventory / ArcNews. – 2005. – Vol. 27. – No. - 4 p. 38.

# Инвентаризация в Национальном природном парке Гомольшанские леса

Для малолесной Украины сохранение лесных экосистем является крайне важным вопросом. Традиционным методом охраны особо ценных для сохранения лесов является создание природоохранных территорий (заповедников, национальных и ландшафтных парков и т.д.). Ценность заповедников и национальных парков для общества заключается в том, что наряду с сохранением природы, их территории служат в качестве полигонов для долгосрочных научных исследований. Эти объекты природно-заповедного фонда (ПЗФ) являются эталонами для изучения природных процессов и явлений, что очень важно для определения направлений ведения лесного хозяйства на экологических принципах.

На сегодняшний день разработаны и признаны на международном уровне методы комплексной оценки лесных экосистем, которые должны применяться и для объектов природно-заповедного фонда Украины [1-3]. Эти методы предусматривают проведение статистической инвентаризации на всей площади природоохранной территории и детальное картирование и описание ценных участков.

Использование передовых информационных технологий для объектов ПЗФ Украины дает возможность формировать базы данных и электронные карты, которые необходимы для проведения долгосрочного мониторинга. Результаты инвентаризации могут быть основой для проведения научного анализа их экологической и природоохранной роли, а повторные измерения на постоянных участках предоставляют возможность оценивать динамику показателей состояния, производительности и биоразнообразия лесов, то есть проводить мониторинг на природных территориях, нуждающихся в особой охране. В наших исследованиях проводилось изучение возможностей применения передовых технологий полевого сбора данных на территории ПЗФ Национального природного парка (НПП) «Гомольшанские леса».

**Рис. 1. Обсуждение планов проведения инвентаризации парка с директором НПП «Гомольшанские леса» А. Мотляхом.**

В рамках чешско-украинского проекта “ТехИнЛес” в 2005 и 2009 годах сотрудниками лаборатории мониторинга и сертификации лесов УкрНИИЛХА при методической и технической поддержке IFER проведена выборочно-статистическая инвентаризация лесных экосистем Национального парка «Гомольшанские леса» [1,5,6].

Целью данного направления реализации проекта ТехИнЛес было апробация методологии и технологий выборочно-статистической инвентаризации лесов природно-заповедного фонда. В ходе инвентаризации лесов объекта была получена детальная и достоверная информация о текущем состоянии древостоев парка, их запасе, породном составе, санитарном состоянии, состоянии естественного возобновления и др.

Национальный природный парк “Гомольшанские леса” был создан в 2004 году с целью сохранения, воссоздания и рационального использования типичных и уникальных лесостепных естественных комплексов долины р. Северский Донец, имеющих важное природоохранное, научное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение.

Для обеспечения эффективного функционирования вновь созданного НПП необходима актуальная, объективная и разносторонняя информация о состоянии лесных насаждений, их

структуре, породном составе, природном возобновлении и биоразнообразии. Кроме того, актуальность информации о состоянии лесных экосистем НПП обусловлена необходимостью углубленного изучения структуры природных комплексов и их биоценотических особенностей, оценки динамики природных изменений и антропогенной трансформации, а также потребностями разработки системы мероприятий по оптимизации режимов сохранения лесов Украины. Подобного рода информация о лесах национального парка может быть получена на основании данных выборочно-статистической инвентаризации с помощью современных полевых измерительных и информационных технологий, а также при дальнейшем проведении мониторинга лесных экосистем на его территории.

Национальный природный парк "Гомольшанские леса" расположен на территории Змиевского района Харьковской области в среднем течении реки Северский Донец. Общая площадь парка составляет 14314,8 га, из которых 3377,3 га передано парку в постоянное пользование [4].

На территории парка преобладает лесной тип растительности. На высоком правом берегу реки С. Донец произрастают широколиственные леса – кленово-ясенево-липовые дубравы. На песчаной террасе левого берега реки преобладают сосновые боры. Для заводи наиболее характерные пойменные леса – берестово-кленовая дубрава, а также распространены осокорники, ивняки и олешники. Пойменные и суходольные луга, степная растительность, болота и водная растительность, занимают в парке небольшие площади. Большая часть парка — правобережные возвышения, меньшая территория представлена левобережными низменными равнинными заплавами и боровыми террасами речи. Большая часть парка расположена на 170-190 метров над уровнем моря, максимальная высота может достигать более 200 метров. Перепады высот в некоторых местах до 100 метров, это особенно хорошо заметно в долине Северского Донца возле Казачьей горы и между сёлами Коропово и Гайдары [4].

**Рис. 2. Залив реки Северский Донец на территории НПП «Гомольшанские леса»**

**Рис. 3. Вид с горы «Казачья» на левобережную часть парка и реку Северский Донец**

## Сеть участков инвентаризации

Для территории, переданной парку в постоянное пользование, с помощью полевой ГИС Field-Map проведено проектирование сети участков инвентаризации и мониторинга. Был выбран вариант с равномерно расположенными участками. Среднее расстояние между центрами участков составляет 350 метров, при этом на лесную территорию попадает 253 площадки. Построенная таким образом сеть составляет основу для детальной инвентаризации и мониторинга территории ядра парка (3377,3 га). Для остальной территории парка была запроектирована разреженная сеть участков с расстоянием между центрами участков 1500 м. К этой сети было отнесено 40 участков, центры которых попадали на покрытые лесом земли.

На территории НПП проведено два цикла инвентаризации – в 2005 и 2009 годах.

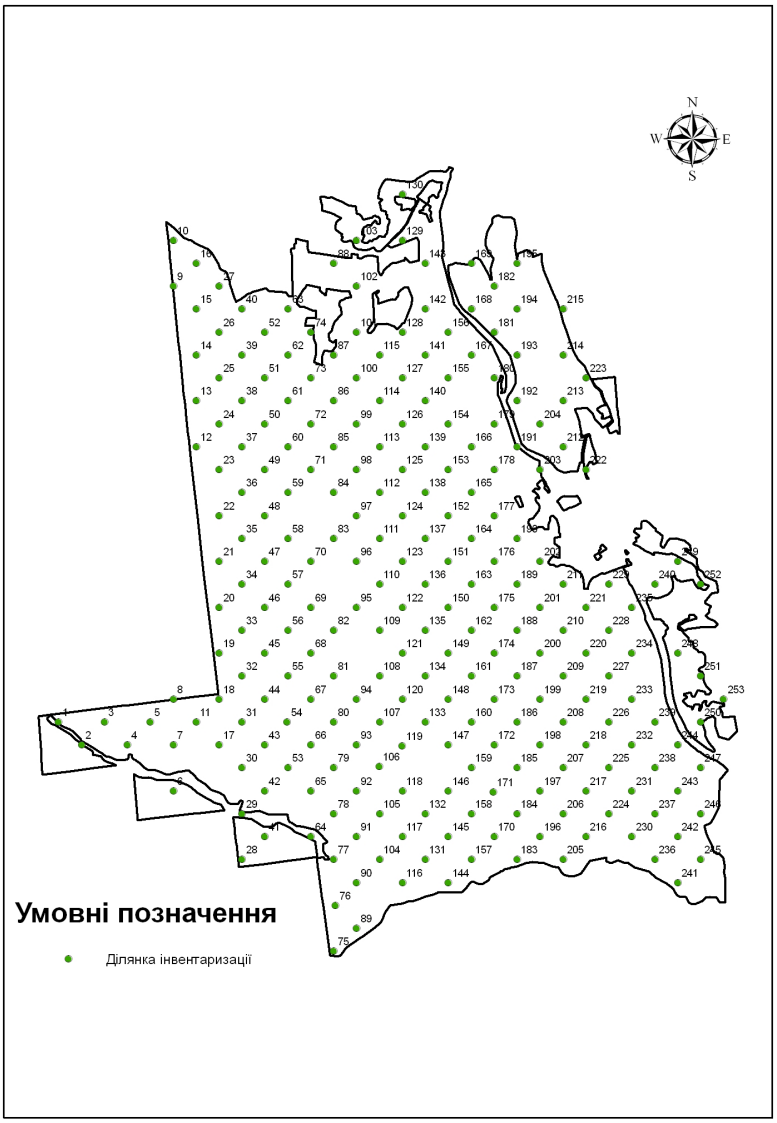



**Рис.4 Карта-схема НПП «Гомольшанские леса» и сеть инвентаризационных участков**

## Методика инвентаризации

Методика статистической инвентаризации была разработана на базе методических и технологических разработок института IFER и с учетом особенностей парка. Полевые работы проводились во время вегетационного периода в 2005 и 2009 годах. Полевая команда состояла из 3 человек: оператора Field-Map, помощника с отражателем, и специалиста по оценке растительности. В среднем работы на одном участке инвентаризации занимали от 1 до 1,5 часов. В среднем за рабочий день проводили обследование на 4 участках.

В ходе инвентаризации были измерены основные параметры лесных экосистем: древесного яруса, проведено описание подпологовой растительности, некоторые характеристики биоразнообразия, валежника, природного возобновления леса, определены лесотаксационные характеристики участков, показатели рельеф и др.

## Дизайн участка инвентаризации

Участки инвентаризации – постоянные, круговые, радиусом 12,62 м, площадью 500 м2. Участок инвентаризации состоит из трех концентрических кругов разного радиуса, на которых измерялись деревья различных диаметров. Такой подход позволяет учесть наибольшее количество деревьев с большими диаметрами и уменьшить количество маленьких деревьев, что экономит время и трудозатраты.

- Круг 1 (радиусом 3м) измеряли и оценивали деревья с D1,3 от 7 см и выше;
- Круг 2 (радиусом 7м) измеряли и оценивали деревья с D1,3 от 12 см и выше;
- Круг 3 (радиусом 12,62 м) измеряли и оценивали деревья с D1,3 от 25 см и выше.

Возобновление оценивали на трех круговых площадках радиусом 1,15 м, которые представляют однородный сегмент участка по характеристикам возобновления.

**Рис. 5. Дизайн участка инвентаризации (серым выделены деревья, которые подлежат оценке).**

**Рис. 6. Участок инвентаризации с пронумерованными деревьями**

## Методика полевых работ

На лесном участке для всех учетных деревьев определяли координаты, породу, дендрометрические показатели (высоту дерева, протяженность живой кроны, диаметр на 1/3 высоты дерева, измерение профиля ствола), форма кроны, качество ствола, наличие повреждений, принадлежность к ярусу, жизненность и тип роста по классификации IUFRO. Проводилось также детальное описание возобновления леса – определяли породный состав, его возраст, высоту, диаметр, наличие повреждений. Оценивали отмершую древесину: по наличию сухостойных деревьев, валежника и пней, по покрытию сухими ветвями. Для валежника оценивали степень разложения, породу, морфометрические характеристики (наибольший и наименьший диаметры, длину), типы гнилей.

В 2009 году при проведении второго цикла инвентаризация на части участков на территории НПП «Гомольшанские леса» в методику полевых робот были внесены некоторые изменения, которые отобразились и на структуре проекта. К методике описания участка был добавлен атрибут экспозиция склона, добавлено детальное описание животного мира и внесены изменения в методику описания растительности, оценки возобновления и описания отмершей древесины.

## Структура базы данных

База данных в Field-Map содержит несколько слоев данных:

**Участки**

- лес/ не лес

**Подучасток**

- доступность, топография, высота н.у.м., тип леса, тип насаждения;

**Биотоп**

- ценность биотопа, богатство структуры, живой напочвенный покров;

**Деревья**

- порода, координаты, дендрометрические и описательные характеристики;

### Отмершая древесина

- валежник – размеры и класс разложения
- пни – размеры и класс разложения;

### Возобновление

- Классы высот,
- Порода,
- Повреждения;

### Навигация

- регистрация времени работы на участке.

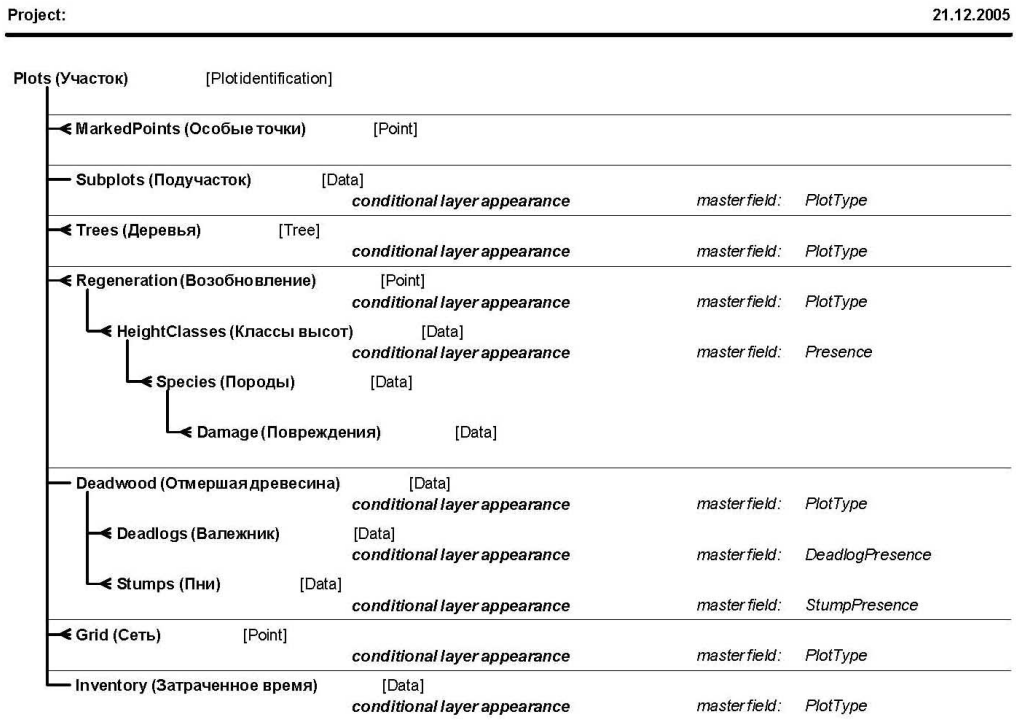



**Рис. 7. Структура базы данных**

## Технология

Инвентаризацию НПП проводили с использованием ГИС Field-Map и комплекта оборудования:

- полевого компьютера Hammerhead RT (WalkAbout, США),
- лазерного дальномера Forest Pro (LaserTechnology, США),
- электронного компаса MapStar (LaserTechnology, США),
- оптического прицела Artemis 3000 (Meopta, Чешская Республика),
- GPS – приемника.

**Рис. 8. Для всех этапов работ по инвентаризации НПП использована технология Field-Map**

Весь процесс статистической инвентаризации лесных экосистем связан с использованием технологии Field-Map, начиная с расчета и создания сети инвентаризационных участков, подготовки проекта для полевых работ, выполнение полевых работ, управление базами данных и обработка результатов [7].

Использование технологии Field-Map в лесных объектах ПЗФ предоставляет следующие преимущества:

1. Позволяет снизить нагрузку на напочвенный покров и снизить уровень факта тревоги для животных за счет уменьшения времени, необходимого для описания пробной площади по сравнению с традиционными методами работы (на пробную участок размером в 500 м2 расходуется от 1 до 3 часов, в зависимости от сложности пробы и детальности описания).
2. Охватить значительную территорию за короткое время (примерно 3-4 участка в день).
3. Предоставляет описание пробного участка с необходимой детализацией, выполняет крупномасштабное картирование участка в реальном времени. Позволяет обрабатывать и анализировать полученные данные.
4. Почти не нуждается расходных материалах.

Технология предоставляет такие возможности для эффективного сбора полевых данных:

- работа в глобальной или локальной системе координат;
- поддержка навигации на целевую точку (GPS навигация, навигация с помощью лазерного дальномера, комбинированного с электронным компасом;
- коммуникация с электронными приборами;
- возможность «свободного» передвижения по площади (постоянная геопривязка);
- полная поддержка картирования, включая визуализацию, и образование топологических слоев карт;
- специальные функции для измерения параметров деревьев (измерение проекций и профилей крон, диаметров или профилей ствола);
- контроль охвата деревьев (дерево на участке или за ее пределами) на основе точной идентификации позиции центра дерева и измерения его диаметра на высоте груди;
- контроль заполнения базы данных и логических связей в ней.

Полевая прикладная программа оснащена специальными функциями для повторного наблюдения, начиная с поиска центра инвентаризационной участка, идентификации отдельных деревьев на основе их позиции и дендрометрических характеристик, контроль связи между данными отдельных наблюдений.

## Анализ данных

Анализ данных инвентаризации НПП Гомольшанские леса производили в приложении Field-Map Inventory Analyst, который непосредственно связывается с таблицами Field-Map, проводит необходимую подготовку данных к анализу и сам анализ. Использование данного приложения позволяет экономить время, трудозатраты и получать результаты в одном формате.

В подготовку данных входит построение моделей зависимостей высот от диаметров и вычисление по ним значений высоты, построение моделей для расчета объемов стволов, стратификация данных, классификация, переклассификация и агрегация. Программа осуществляет пересчет данных на площадь, рассчитывает объем древесины [8].

Для деревьев, высоты которых не измерялись на участках инвентаризации, проводилось моделирование зависимости высоты от диаметра в «Field-Map Inventory Analyst» по древесным

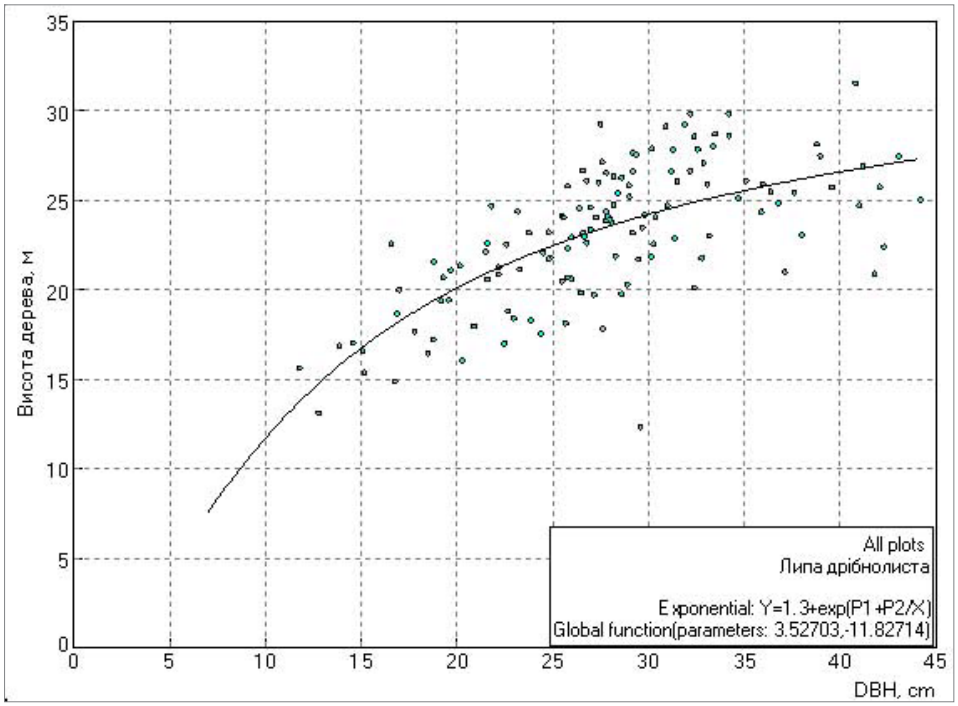



**Рис. 9 Пример моделирования высот для липы мелколистной в Field-Map Inventory Analyst**

породам. При этом использовались экспоненциальные уравнения.

Пример моделирования зависимости высоты от диаметра для липы мелколистной приведены на рис. 9.

Для деревьев дуба обыкновенного, ясеня обыкновенного и липы мелколистной в програм-

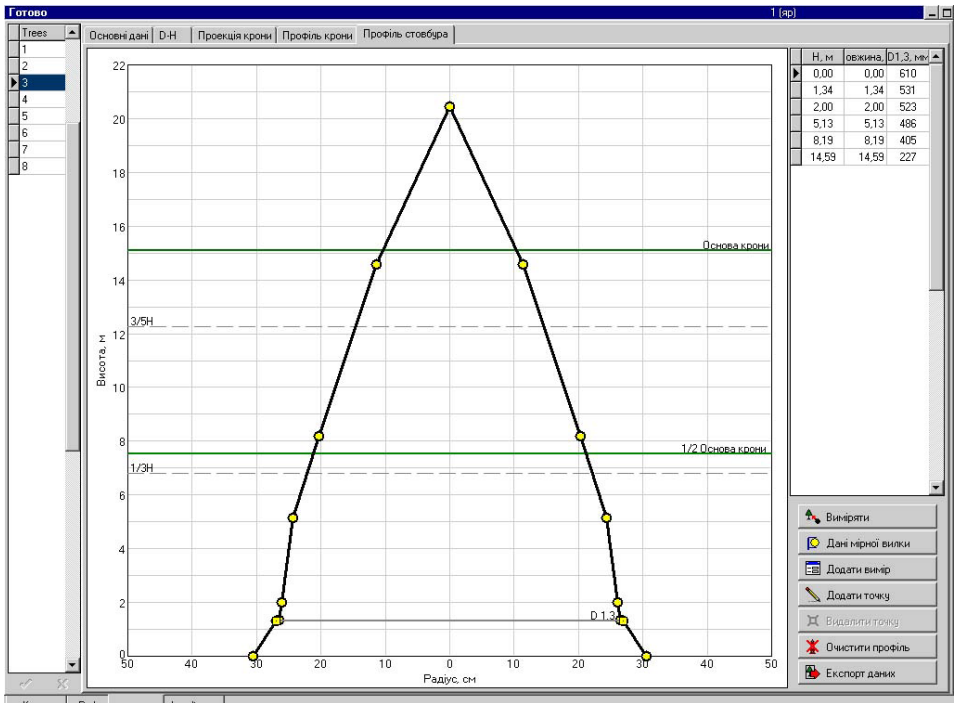



**Рис. 10. Профиль ствола по данным дистанционных измерений**

ме Field-Map проводилось моделирование объемов стволов на основании экспериментальных данных по измерению профиля ствола (метод шести точек). Пример измерения приведен на рис. 10.

Для обработки данных инвентаризации был сформулирован список задач: выбраны анализируемые параметры (от одного до трех), и способы выражения результатов (среднее, сумма, количество). Результатом обработки по каждому из заданий является стандартная таблица, характеризующая насаждение по анализируемым параметрам, с определенным уровнем статистической достоверности, и графическое изображение данных. Для данных НПП «Гомольшансике леса» достоверность статистической обработки составила α=0,05.

Часть данных была проанализирована в программах MS Access и MS Excel с использованием стандартных программ для анализа данных, для чего база данных «Гомольша» была экспортирована из Field-Map в эти программы. Однако в этом случае создается большое количество промежуточных файлов и затрачивается много времени на проведение анализа данных.

### Группы задач обработки данных

5. Площадь лесных земель;
6. Структура насаждений;
7. Запас древесины;
8. Санитарное состояние деревьев;
9. Возобновление;
10. Отмершая древесина;
11. Растительность;
12. Биоразнообразие.

**Рис. 11. Лес на крутом берегу реки С. Донец**

**Рис. 12. Дуб**

## Основные результаты

### Структура насаждений

По данным инвентаризации территория парка представлена в основном дубовыми лесами (89%), из которых большую часть составляют порослевые или смешанные дубравы (более 80% площади). Семенные дубовые насаждения составляют приблизительно 7%, сосновых насаждений на территории парка чуть более 1%. В ходе инвентаризации было зафиксировано 6 типов лесорастительных условий и 11 типов леса. Преобладают свежие типы условий: свежая кленово-липовая дубрава и свежая ясенево-липовая дубрава.

На территории парка преобладают сложные древостои с дубом и ясенем в основном пологе, во втором ярусе присутствуют липа мелколистная, клен остролистный и полевой, часто хорошо выражен ярус подлеска.

Одним из наиболее важных результатов инвентаризации является породный состав (Табл.1). В парке произрастают деревья 17 древесных пород, среди которых преобладают дуб черешчатый (Quercus robur L.) и липа сердцелистная (Tilia cordata L.) (по 26%),– клены остролистный и полевой (Acer platanoides L., A. campestre L.) (13-14%) по 13-14%, и ясень обыкновенный (Fraxinus excelsior L.) – 10% от общего количества деревьев в парке. Данные о площадях насаждений дуба, полученные в результате инвентаризации сравнимы с имеющимися данными лесоустройства.

**Таблица 1 Общее количество деревьев по породам (с D на 1,3 м >= 7 см)**

| № | Порода лат. | Порода рус. | Число деревьев | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1000 | мин. | макс. | % |
| 1 | Pinus silvestris | Сосна обыкновенная | 6,7 | 0,0 | 18,1 | 0,3 |
| 2 | Quercus robur | Дуб черешчатый | 535,3 | 477,0 | 593,5 | 26,9 |
| 3 | Acer platanoides | Клен остролистный | 288,1 | 251,0 | 325,3 | 14,4 |
| 4 | Acer campestre | Клен полевой | 262,8 | 236,9 | 288,7 | 13,2 |
| 5 | Acer negundo | Клен ясенелистный | 9,4 | - | - | 0,5 |
| 6 | Fraxinus excelsior | Ясень обыкновенный | 206 | 172,8 | 239,3 | 10,3 |
| 7 | Ulmus scabra | Вяз шершавый | 79 | 72,7 | 85,3 | 4 |
| 8 | Robinia pseudoacacia | Робиния псевдоакация | 7,8 | - | - | 0,4 |
| 9 | Betula | Береза | 5,8 | - | - | 0,3 |
| 10 | Padus avium | Черемуха обыкновенная | 0,9 | - | - | 0,04 |
| 11 | Pyrus communis | Груша обыкновенная | 10,4 | 6,5 | 14,3 | 0,5 |
| 12 | Malus silvestris | Яблоня лесная | 1,1 | - | - | 0,06 |
| 13 | Tilia cordata | Липа мелколистная | 527,4 | 477,0 | 577,8 | 26,4 |
| 14 | Alnus glutinosa | Ольха черная | 0,5 | - | - | 0,03 |
| 15 | Populus tremula | Осина | 52,8 | 36,7 | 69,0 | 2,6 |
| 16 | Populus alba | Тополь белый | 0,8 | 0,0 | 4,2 | 0,04 |
| 17 | Salix | Ива | 0,5 | - | - | 0,03 |
| | **Все породы** | | **1 995,4** | **1 883,2** | **2 107,6** | **100** |

## Биоразнообразие

Для оценки биоразнообразия был рассчитан информационный индекс Шеннона насаждений по породному составу и размерам. Для большей части территории парка (более 80%) были характерны средние и высокие значения индекса Шеннона, что свидетельствует о достаточно высоком биоразнообразии древостоев. Преобладание высоких значений индекса Шеннона по размерам деревьев свидетельствует о сложной горизонтальной структуре древостоев и разновозрастности деревьев.

## Запас

Запас лесных насаждений рассчитывался для стволовой древесины в коре. Общий запас древесины в коре составил 1 030,6 тыс. м3. Наибольший средний запас на гектар в насаждениях сосны обыкновенной 765 м3/га и дуба черешчатого 571 м3/га (Таб.2 ), а для всех пород средний запас на гектар составил 339 м3/га.

**Таблица 2. Запас стволов в коре на гектар (нормализованное среднее) по группам пород**

| Порода/ группа пород | Объем ствола в коре | | |
|---|---|---|---|
| | м3/га | мин. | макс. |
| Сосна | 765 | 0 | 1 667 |
| Дуб | 571 | 542 | 599 |
| долгоживущие лиственные | 158 | 143 | 173 |
| короткоживущие лиственные | 322 | 293 | 350 |
| **все породы** | **339** | **324** | **355** |

## Санитарное состояние

По данным инвентаризации санитарное состояние насаждений в целом можно оценивать как хорошее. Лишь у 7 % деревьев было зафиксировано наличие механических повреждений, при чем, наибольшее количество поврежденных деревьев отмечено среди твердолиственных пород. В среднем чуть менее 10% деревьев были поражены грибами, особых различий между группами пород по зараженности грибами не отмечено. Наибольшая пораженность гнилями отмечена у деревьев осины.

**Рис. 13. Пойменный лес**

**Рис. 14. Средство передвижения при инвентаризации пойменных участков парка**

## Возобновление

Ситуация с естественным возобновлением дуба черешчатого в парке критическая. Среднее количество единиц возобновления дуба составляет 18 единиц на гектар, в то время как возобновление других лиственных пород – спутников дуба (ясеня обыкновенного, клена остролистного, липы мелколистной) достигает 3 000 единиц на гектар. В этом случае можно прогнозировать вытеснение дуба из состава насаждения. У 12 древесных пород было отмечено природное возобновление. Максимальное количество единиц возобновления отмечено у клена полевого и остролистного (вместе более 50 % от общего количества), возобновление вяза составляет 18 %, и ясеня 14 %.

**Таблица 3. Среднее число деревьев в возобновлении на гектар по группам пород (высотой от 0.1 м до толщины 7 см)**

| Порода | Количество экземпляров | | |
|---|---|---|---|
| | шт./га | Min | Max |
| Дуб | 18 | 4 | 31 |
| Долгоживущие лиственные | 3 999 | 3 692 | 4 307 |
| Короткоживущие лиственные | 368 | 267 | 469 |
| **Все породы** | **4 385** | **4 061** | **4 709** |

### Отмершая древесина

Отмершая древесина играет важную роль в лесных экосистемах – она служит местообитанием для многих живых организмов, создает благоприятный микроклимат для возобновления. Сухостой составляет 8 % от общего количества деревьев. Максимальное количество сухостоя отмечено среди деревьев осины и дуба, что связано с тем, насаждения дуба и осины в основном вегетативного происхождения, спелого и перестойного возраста. Большая часть отмершей древесины находится на ранних этапах разложения, валежник – в основном с малым и средним диаметром (от 15 до 25 см). Это можно объяснить недавним вводом заповедного режима и остановкой лесохозяйственной деятельности в данном лесном массиве.

## Выводы

Выборочно-статистическая инвентаризация лесных экосистем НПП «Гомольшанские леса» осуществлялась в рамках проекта ТехИнЛес при тесном сотрудничестве специалистов из Чешской республики и Украины. Все работы по инвентаризации проводились при помощи технологии Field-Map.

Пилотный проект по инвентаризации насаждений парка предоставил потенциально очень полезные данные и продемонстрировал широкие возможности и значительный потенциал методов статистической инвентаризации для Украины.

Проект статистической инвентаризации основан на построении регулярной сети постоянных участков инвентаризации для территории парка. В сравнении с традиционными методами, метод статистической инвентаризации позволяет оценить значительно более широкий набор характеристик, которые описывают лесные насаждения: породный состав, структуру насаждений, возобновление, биоразнообразие, и предоставляют полную информацию для расчета запаса.

Одна подготовленная полевая команда с помощью передовой технологии (полевой ГИС) Field-Map за 3 месяца выполнила работы по выборочно-статистической инвентаризации лесов НПП «Гомольшанские леса» на площади, превышающей 3 тыс. га. Благодаря тому, что данные в процессе проведения полевых работ непосредственно поступают в базу данных на полевом компьютере, последующая обработка собранного материала проведена сравнительно быстро.

Результаты статистической инвентаризации лесов ННП представлены в виде сводных таблиц с данными, структура и содержимое которых были определены поставленными задачами обработки данных.

На основе данных статистической инвентаризации лесов и созданной сети участков целесообразно не только проводить мониторинг лесных экосистем парка, но и реализовать возможности использования собранной информации для разработки проекта организации и ведения

хозяйства и осуществления природоохранной деятельности на территории НПП «Гомольшанские леса».

Результаты инвентаризации позволяют проводить научный анализ экологической и природоохранной роли лесов, создают надежную базу для ведения государственного учета и кадастра ПЗФ, а повторные измерения на постоянных участках дают возможность оценивать динамику показателей состояния, производительности и биоразнообразия лесов, то есть осуществлять комплексный мониторинг лесных экосистем на территории НПП «Гомольшанские леса».

## Литература


1. Букша И. Ф. Оценка ландшафтного и биологического разнообразия лесов национального природного парка «Гомольшанские леса» с помощью полевой ГИС Field-Map / И. Ф. Букша, В. П. Пастернак, Т. С. Мешкова // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : мат-ли IV міжнарод. наук.-практ. конф., 23-24 травня 2006 р. – Х. – С. 34–40.

2. Любимов А. В. Особенности организации, устройства и инвентаризации международных систем особо охраняемых природных территорий. Учебное пособие. / А.В. Любимов, М.М. Кудряшов, С.В. Вавилов. – СпБ. : ЛТА, 1998. – 240 с.

3. Букша І. Ф. Використання сучасних технологій для контролю стану лісових екосистем / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак // Збірник наукових статей IV Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення", м. Алушта, АР Крим, Україна, 8-12.09.2008, том II. – Х. – 2008. – С. 141-143.

4. Офіційний сайт НПП „Гомільшанські ліси" [Електронний ресурс] режим доступу: http://gomilsha.org.ua/index.html

5. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку «Гомільшанські ліси» / Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мєшкова Т.С. et. al. // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2006. – Вип. 109. – С.111-116.

6. Букша І. Ф. Інвентаризація та моніторинг лісових екосистем на територіях природно-заповідного фонду / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, М. І. Букша, В. Ю. Яроцький // V Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : міжнар. наук. практ. конф. Зб. наук. ст. у 2-х т. Т. II /УкрНДІЕП.- Х.: ВД „Райдер" 2009. – С. 92-98.

7. Руководство пользователя Field-Map Project Manager 8 / IFER, IFER – Monitoring and Mapping Solutions, Ltd. – 2008. – 184 с.

8. Черны М. Руководство пользователя "Field-Map Inventory Analyst" / Мартин Черны, Радек Русс, Федор Татаринов, Мартина Роубалова, IFER , Прага, 2005. – 115 с.

## Дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли

На рынке современных технологий и компьютерных программ в настоящее время имеются многочисленные средства, которые позволяют проводить дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Как правило, такие средства применяются в камеральных условиях, поэтому у специалистов по дешифрированию обычно нет возможности оперативно получать дополнительную информацию об объекте дешифрирования, что может отрицательно влиять на скорость и качество дешифрирования, а также снизить качество получаемых материалов.

Новые возможности, связанные с дешифрированием и созданием цифровых карт, открываются при использовании мобильной ГИС (географической информационной системы) Field-Map. Применение Field-Map позволяет непосредственно в полевых условиях проводить дешифрирование и корректировать дешифрированную информацию, вносить и корректировать атрибутивные данные и создавать цифровые карты. Это дает возможность оперативно получать в цифровом виде карты и связанные с ними электронные базы данных.

Современные переносные компьютеры по своим характеристикам приближаются к современным настольным компьютерам, но при этом отличаются высокой степенью защищенности и способностью продолжительное время надежно работать в автономном режиме. Программное обеспечение Field-Map может быть установлено на разные модели компьютеров – настольные, ноутбуки, планшетные, карманные. В офисе программное обеспечение Field-Map может применяться для решения ГИС задач, а также для дешифрирования материалов ДЗЗ.

При дешифрировании материалов ДЗЗ в ГИС Field-Map применяется самый трудоемкий, но вместе с тем – самый надежный способ распознавания объектов путем визуального экспертного дешифрирования. При этом снимок используется как подложка, над которой с помощью программного обеспечения Field-Map Data Collector рисуются контуры объектов (рис. 1), затем с помощью функции «Полигонизация» замыкаются полигоны и рассчитываются площади (рис. 2, рис. 3). После создания полигонов каждому из них дается атрибутивное описание. Пользователь имеет возможность задавать разные типы линий, которые разделяют разные выдела, выбирать условные знаки для отображения соответствующего типа линии на материалах ДЗЗ (рис. 4).

В результате применения Field-Map пользователь получает полноценную географическую информационную систему обследованного объекта, которая содержит связанную информацию – картографическую (цифровая карта) и атрибутивную (электронная база данных). Полученные данные из проекта Field-Map могут быть экспортированы в другие ГИС и системы управления базами данных (СУБД). Географическая информация в Field-Map храниться в shp-файлах – их достаточно скопировать из проекта в каталоги ГИС, атрибутивная информация может быть экспортирована в MS Access, MS Exel или XML. Также имеется возможность экспортировать данные в обменный формат XML, в котором находится как географическая, так и атрибутивная информация. Таким образом, технология Field-Map может быть использована для создания и оперативной актуализации лесных ГИС с использованием материалов ДЗЗ.

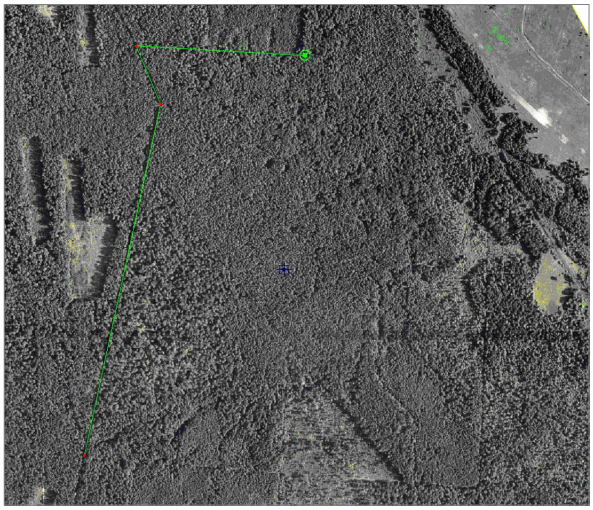


**Рис. 1 Построение контуров лесных кварталов на материалах ДЗЗ**

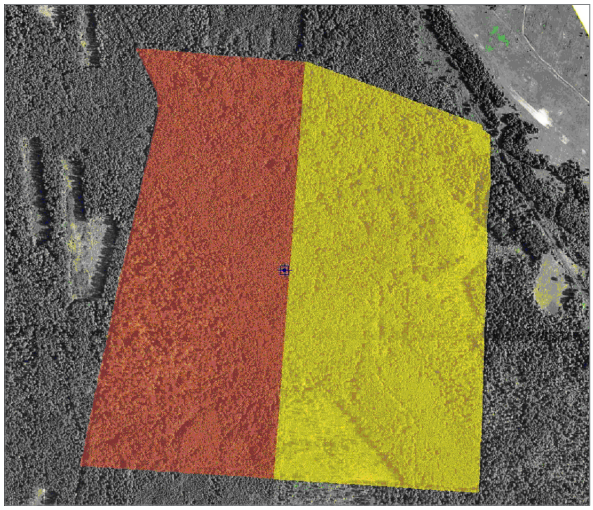


**Рис. 2 Полигонизация лесных кварталов**

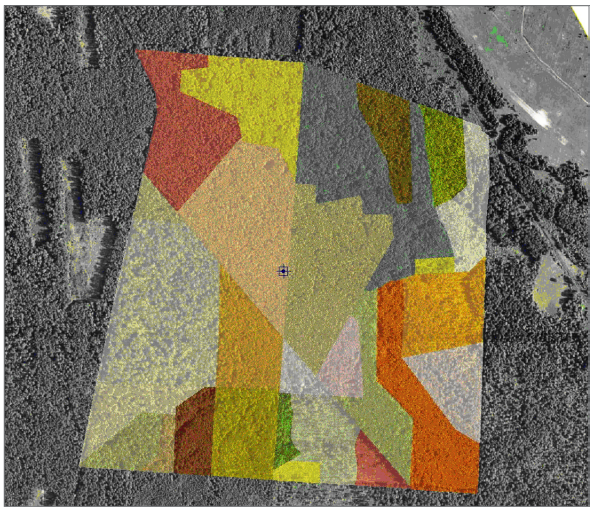


**Рис. 3 Полиганизация выделов в лесных кварталах**

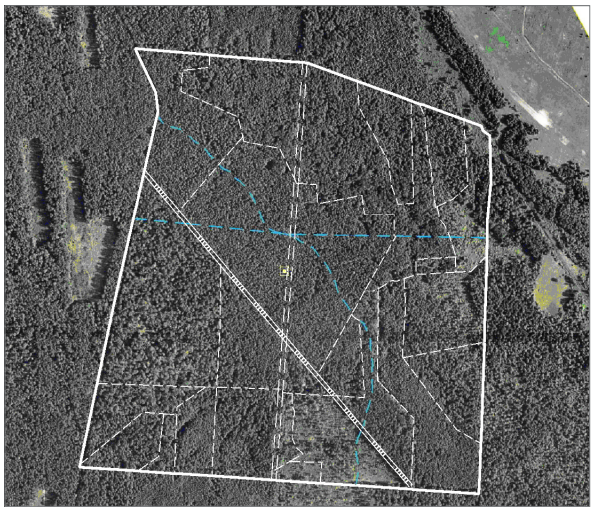


**Рис. 4 Установление условных знаков для различных типов линий**

## Литература

Букша М.И., Букша И.Ф. Применение мобильной ГИС-технологии Field-Map для дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли и создания лесных цифровых карт // Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Харківщини : матеріали наради. – Х., 2009. – С. 57-59.

# Лесоустройство

## Информационный стандарт и обменный формат для лесного хозяйства Украины

### Введение

Современные информационные технологии, которые развиваются на базе компьютерной техники и программного обеспечения ГИС, дают возможность эффективно организовать информацию, улучшить ее качество и, прежде всего, сделать лесные данные доступными для широкого спектра приложений в лесном хозяйстве, охране природы и других областях. Построение лесной ГИС признано одним из приоритетов развития лесного хозяйства Украины и научно-исследовательские и проектные организации в течение ряда лет ведут работы, направленные на техническое решение этой задачи [1]. При этом имеет место широкая дискуссия – как по концепции, так и технологическим аспектам построения лесной ГИС. Среди наиболее обсуждаемых вопросов – проблема выбора базовой технологии, при помощи которой будет создаваться лесная ГИС. Решение проблемы выбора конкретной ГИС-технологии рассматривается как такое решение, которое должно определяющим образом повлиять на дальнейшее развитие лесной ГИС и ее внедрение в лесное хозяйство. Однако при таком подходе смешиваются концептуальные и технические аспекты проблемы построения и развития лесной ГИС, поэтому возникает вопрос – действительно ли такой подход является оптимальным? По всей видимости, более эффективным будет отделить сущность от формы, т.е. отделить структуру базы данных вместе с самими лесохозяйственными данными от технологии, при помощи которой будет создаваться лесная ГИС. Опыт Чешской республики, накопленный в течение последних лет, свидетельствует об эффективности именно такого подхода [5].

С точки зрения длительной перспективы целесообразным представляется не связывать развитие лесной ГИС с какой-нибудь одной единственной ГИС технологией. Такое решение позволит избежать проблем, связанных с непредсказуемостью дальнейшего технологического и коммерческого развития конкретной технологии, даст возможность избежать монополии и выбрать подход, базирующийся на системе, которая будет полностью под контролем органов управления лесным хозяйством. Таким решением является разработка информационного стандарта для лесного хозяйства Украины и связанного с ним обменного формата данных.

Понятие информационного стандарта для лесного хозяйства включает в себя определение набора данных, которые будут содержаться в лесной ГИС. Стандарт определяет структуру и свойства данных. Информационный стандарт обычно строится постепенно и его первоначальной основой являются данные лесоустройства. Информационный стандарт опирается на существующую информационную модель данных лесоустройства со всеми ее макетами и нормативами [4]. Дальше в информационный стандарт могут добавляться хозяйственно-экономические показатели деятельности лесохозяйственный субъектов, а также другие источники данных, например - данные по мониторингу состояния лесов.

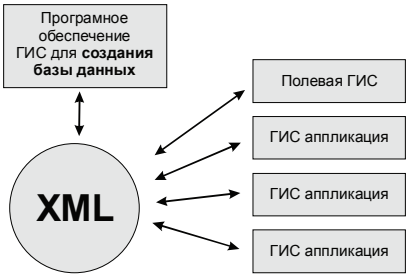



**Рис. 1h Схема передачи информации между различными программными продуктами через обменный формат.**

Обменный формат данных является отражением информационного стандарта в форме компьютерного файла. Обменный формат строится при помощи открытого языка XML, который является признанным международным

стандартом для обмена информацией. Язык XML не зависит от конкретного ГИС программного обеспечения, но перенос данных при помощи XML из одного программного обеспечения в другое поддерживают все современные ГИС технологии (рис. 1)

Информационный стандарт вместе с обменным форматом выполняет следующие задачи:

- Определяет терминологию.
- Определяет общий интерфейс для передачи данных и поддерживает обмен данными, который не связан с технологией.
- Определяет исходную информацию для разработки прикладного программного обеспечения.

Подход, основанный на использовании обменного формата, имеет ряд преимуществ:

- Формат является открытым и не зависит от технологии: Для различных задач создания и обработки баз данных можно использовать оптимальные средства программного обеспечения.
- Улучшаются условия для сотрудничества и для распространения данных: Использование обменного формата в большой мере упрощает координацию работ связанных с созданием и обработкой баз данных. Данные могут передаваться между различными программными продуктами без необходимости работать с единой ГИС технологией.
- Создаются условия для инициативы:
- Обменный формат определяет платформу, на которой могут основываться разработки программного обеспечения, анализ данных и т.п. Таким образом, создается открытая среда, которая способствует технологическому развитию.
- Повышается скорость внедрения:
- Возможность подключения большего количества разработчиков различного рода задач, ускоряет общую скорость решения проблем. Отдельные проблемы могут решаться параллельно, используя обменный формат в качестве точки соприкосновения.
- Снижается опасность монополии.
- Снижается общая стоимость.

Стандарт так называемого расширяемого языка разметки XML (Extensible Markup Language) был принят международным консорциумом W3C в феврале 1998 г. Развитие языка XML, так как и развитие его предшественника HTML, связанно с интенсивным развитием службы World Wide Web в Интернет (называемой также Web или WWW). Язык XML дальше развивает и поддерживает общую философию Web, т.е. не ограниченный во времени доступ к разнообразным ресурсам глобального информационного пространства.

Общий принцип языков разметки основывается на том, что прямо в тексте документа содержащего информацию находятся так называемые теги (этикеты, условные обозначения), используемые для разметки документа. Различаются две категории языков разметки - языки разметки, определяющей представление документов, и языки разметки, определяющей их содержание. В отличие от языка HTML, относящегося к первой названной категории, XML обеспечивает разметку, определяющую содержание документов. При этом предполагается, что для определения представления XML документов будут использоваться другие языки. Язык XML отличается тем, что создатель XML документа может сам конструировать необходимые ему теги, определяя их с помощью метасредств языка XML - набора синтаксических конструкций, называемых декларациями разметки (Markup Declaration) [2].

Философия и принцип построения языка XML определяют свойства документов, основанных на его использовании:

- устойчивый, логически упорядоченный формат, основанный на международных стандартах,
- данные хранятся в форме простого текста,
- поддерживает кодировку Unicode,
- не зависит от технологической платформы и поэтому,
- документы может читать человек и, в то же время, они предназначены для машинной обработки,
- иерархическая структура дает возможность использования для самых общих задач компьютерного представления данных,
- очень простые и очень строгие правила синтаксиса дают возможность алгоритмам для машинной обработки остаться простыми и эффективными,
- документы могут расширяться по структуре и содержанию,
- использование не ограничивается какими-либо лицензиями,
- имеется широкий опыт применения и большой набор прикладного программного обеспечения,
- имеется большой набор технологий связанных с XML, например, для представления данных.

Технология для построения лесной ГИС имеет большое, но не решающее значение. Данные, которые входят в лесную ГИС, могут существовать независимо от технологии ГИС, технология ГИС необходима для их создания и обработки. Подход, основанный на применении информационного стандарта и обменного формата данных, дает возможность выбора оптимальной ГИС технологии для отдельных задач, связанных с созданием и использованием лесной ГИС [3]. Разумеется, что для центральной базы данных необходимо будет использовать мощную ГИС технологию, например – представленную в лесном хозяйстве Украины ГИС GESmallWorld или другие сопоставимые по мощности системы - Intergraph Geomedia, ESRI ArcGIS и т.п.

Помимо хранения данных в центральной базе данных необходимо будет разрабатывать различные ГИС-приложения, при этом обменный формат становится исходной платформой, на базе которой в соответствии с требованиями лесной практики формулируются цели и задачи, которые необходимо решать с помощью ГИС-приложений. Тогда будет формироваться своего рода рынок информационных задач и возможностей по их решению, на который, в свою очередь, могут реагировать разработчики программного обеспечения. При этом нет необходимости решать весь комплекс задач сразу – разработки различных ГИС-приложений могут идти параллельно, для решения разнообразных специфических задач может использоваться различное программное обеспечение, а обмен данными между разными приложениями будет осуществляться через обменный формат. Над развитием таких приложений смогут работать различные фирмы и группы специалистов. Таким образом, внедрение ГИС не будет связано с небольшой группой специалистов, работающих с одной ГИС технологией. Параллельное проведение работ на основе обменного формата данных ускорит внедрение ГИС технологий в лесное хозяйство Украины.

При использовании данных ГИС в будущем можно рассчитывать на прямой доступ в центральную базу данных по сети Интернет. Процесс внедрения такой технологии будет относительно продолжительным, но и в этом случае значение обменного формата данных будет очень важным, потому что и тогда будут пользователи, которые не могут или не хотят работать в режиме клиент/сервер.

## Цель информационного стандарта

Цель информационного стандарта – определить формально набор данных о лесе, получаемых и сохраняемых в системе лесного хозяйства Украины. Наряду с определением того, какие данные входят в этот стандарт, как они логически подразделяются и иерархически упорядочиваются, важной целью информационного стандарта является определение общего интерфейса который обеспечивает легкую доступность этих данных и обмен ими. Отдельной частью стандарта является определение картографического представления географической информации так, чтобы ее можно было представить в виде карты.

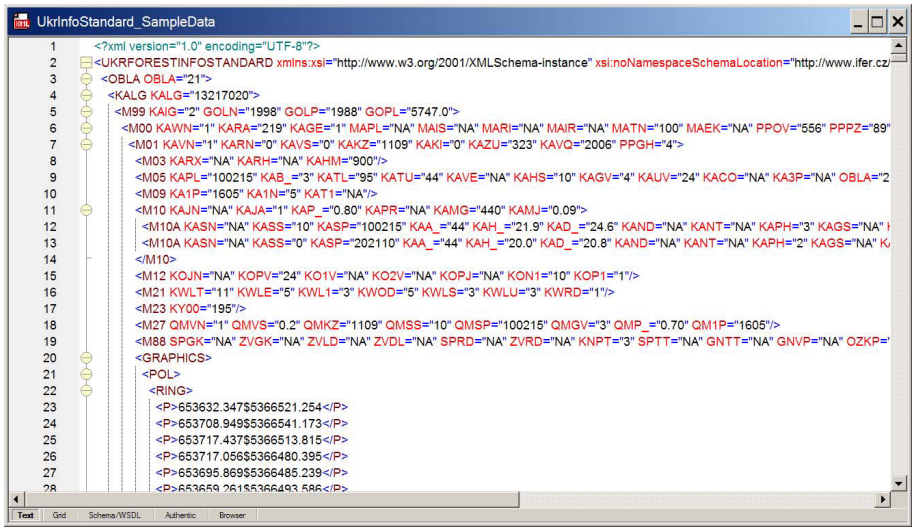



**Рис. 2 Пример информационного стандарта для лесного хозяйства Украины в обменном формате.**

Информационный стандарт основан на существующей структуре базы данных лесного хозяйства Украины, основанной на нормативно-справочных материалах лесоустройства [4]. Пример информационного стандарта для лесного хозяйства Украины в обменном формате представлен на рисунке.

## Предмет информационного стандарта

В соответствие с вышеуказанными целями информационного стандарта, его определения делятся на три основных части:

- Структура данных
- Формат обмена данными
- Картографическое представление данных

### Структура данных

Определяет отдельные базовые элементы данных информационного стандарта, задает их свойства, логические взаимосвязи и положение в иерархической структуре данных.

Определение структуры данных основано на существующей структуре базы данных лесного хозяйства Украины (Рис. 3) , однако является независимым от конкретной СУБД, и сама база данных, содержащая данные информационного стандарта, может быть реализована в любой системе, поддерживающей иерархическую структуру и типы данных, предписанные стандартом.

### Формат обмена данными

Определяет интерфейс для связи, позволяющий провести технологически независимый обмен данными.

Формат обмена данными, прежде всего, предназначен для переноса данных между различными программы (информационные системы и СУБД), но с учетом выбранной формы может

использоваться для презентации данных для конечного потребителя как непосредственно, так и в качестве основы для дальнейшей обработки данных стандартными программами для манипуляций с данными.

### Картографическое представление данных

Определяет, какие картографические символы соответствуют элементам, заданным в пространстве и имеющим картографическое представление. Использование этих символов позволяет правильно изображать эти элементы на карте.

## Форма описания структурированных данных в информационном стандарте

Для описания структурированных данных в рамках информационного стандарта используются документы в формате XML.

Документ XML – это файл с расширением xml, содержащий сами данные в текстовом формате, а также вспомогательные текстовые символы и конструкции, позволяющие организовать данные в элементы данных, упорядоченных в иерархические структуры, и определяющие назначение этих данных в форме атрибутов. Язык XML (Extensible Markup Language), используемый в XML документах, а также средства их обработки, стандартизованы консорциумом W3.

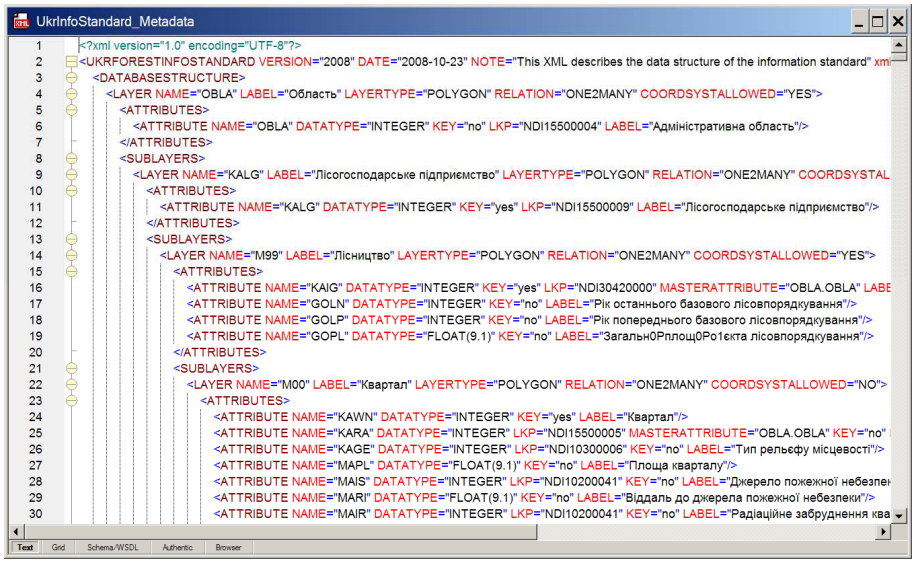



**Рис.3 Метаданные (описание структуры) в XML файле.**

Язык XML задает правила и средства для создания структурированных документов, при этом он настолько гибкий, что конкретная структура документа определенного типа полностью задается пользователем в зависимости от того, для каких целей этот документ будет использоваться, и какие данные должен содержать.

Для задания структуры документа XML определенного типа используется XML схема, представляющая собой текстовый файл с расширением xsd (XML Schema Definition (XSD). Этот файл создается в соответствии с правилами организации документов XML и содержит определения того, как должна выглядеть структура XML документа данного типа.

XML схема:

- определяет места в документе, на которых могут встречаться различные элементы
- определяет атрибуты
- определяет, какие элементы являются потомками других элементов
- определяет порядок элементов
- определяет количество элементов

- определяет, может ли элемент быть пустым или всегда должен содержать текст
- определяет типы данных элементов и их атрибутов
- определяет стандартные значения элементов и атрибутов

Документы XML можно создавать и без соответствующей XML схемы, но поскольку XML точно определяет допустимое содержание документов, с ее помощью легко контролировать:

- документ с точки зрения правильности его содержания
- логические взаимосвязи данных
- полноту данных
- тип данных по отдельным величинам

Для создания схемы XML обычно используется специальное программное обеспечение, позволяющее визуальное редактирование структуры XML документа и на его основе генерирует файл XSD, содержащий схему.

Создает и редактирует схему XML автор XML формата, обычный пользователь со схемой XML обычно не работает, однако схема должна быть в его распоряжении для проверки содержания отдельных XML документов – обычно она размещается в Интернете, и XML документы на нее ссылаются.

В информационном стандарте документ XML используется для формального описания структуры данных (в этом случае схема не является необходимой) и как платформа для обмена данными (в этом случае желательна проверка документов, поэтому схема является составной частью формата обмена данными).

Подробное описание языка XML и XML схем можно найти на сайте W3C:

http://www.w3.org

## Структура данных

В этой главе описывается, какие данные содержит информационный стандарт, и как они иерархически упорядочены.

### Базовые элементы данных

#### Объект

Под объектом мы подразумеваем базовый логический элемент, к которому привязана информация о лесе. В терминах реляционной базы данных он соответствует одной записи (строке) в таблице. Идентификатор объекта (ключ) обеспечивает его однозначную идентификацию в рамках ближайшего объекта следующего иерархического уровня, с которым связан данный объект. Если объект (а также связанные с ним данные) определен пространственно, то он содержит и информацию о своем графическом изображении. Графическое изображение содержит информацию о геометрической форме и положении объекта, его описанию посвящена самостоятельная глава 2.2 (Описание представления графического изображения объекта)

#### Атрибут объекта

Атрибут – это информация, характеризующая свойство объекта. Каждое свойство исходно относится к данному объекту, но при этом может быть - вторично – свойством иерархически высших объектов. В терминах реляционной базы данных атрибут соответствует одному полю (столбцу) в таблице. В зависимости от того, какие значения может принимать атрибут, он может иметь соответствующий тип данных. Описанию типов данных атрибутов посвящена отдельная глава 2.3 (Описание типов данных атрибутов)

### Слой

Слой содержит объекты одного типа. Слои бывают нескольких типов в зависимости от того, как в них пространственно определены объекты (слой данных (без пространственной привязки), точечный, линейный, полигональный).

Слой может содержать логически связанные с ним подчиненные слои. При этом к каждому объекту этого слоя может присоединяться множество подчиненных объектов, связанных с ним и содержащих дополнительную информацию. В зависимости от того, сколько объектов может быть подсоединено к одному вышестоящему объекту, подчиненные слои делятся на 1:1 и 1:M.

В терминах реляционной базы данных слой соответствует одной таблице, а подчиненный слой – подчиненной таблице, подсоединенной по типу 1:1 или 1:M.

### Иерархия слоев

Иерархия слоев задает все слои информационного стандарта и их взаимосвязь.

## Описание представления графического изображения объекта

### Представление геометрической формы объекта

Для представления геометрической формы пространственных данных используются следующие формы, соответствующие спецификации консорциума OpenGIS для простых геометрических объектов (OpenGIS Simple Feature Specification Revision 1):

- точка
- линия
- полигон

### Точка

Основной элемент, местоположение которого определяется двумя или тремя (для точки в трехмерном пространстве) координатами.

### Линия

Задается последовательностью точечных элементов, причем соседние элементы соединяются отрезками.

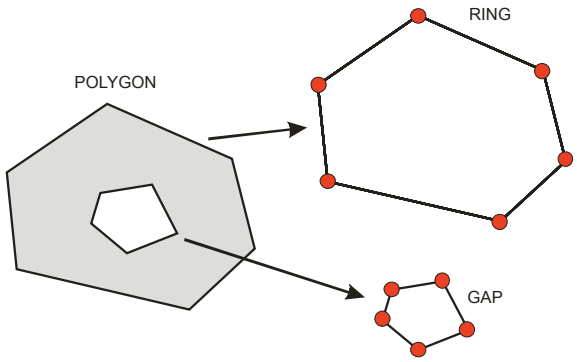
Помимо координат линия с собой несет топологическую информацию. В частности указываются идентификаторы полигонов, лежащих слева и справа от линии. Линия может быть границей лесхоза (слой KALG), лесничества (слой M99), квартала (слой M00) и выдела (слой M01). В перечне топологических связей указываются идентификаторы правого (RP) и левого (LP) полигона. В случае, когда с обеих сторон линии лежит тот же полигон, т.е. линия не является топологической в отношении данного полигона, то строчка данного полигона в перечне не указывается. В случае, когда линия не имеет соседнего полигона, например на границе лесхоза, то атрибут RP или LP отсутствует. В случае, когда линия совсем не является топологической, т.е. полигоны всех уровней налево и направо от нее идентичны, например отрезок дороги в виде хвоста внутри выдела, то описание TOPOLOGY отсутствует полностью.

```
- <TOPOLOGY>
    <KALG LP="13217001" />
    <M99 LP="1" RP="2" />
    <M00 LP="21" RP="22" />
    <M01 LP="2100500" RP="2100550" />
  </TOPOLOGY>
```

**Пример описания топологии линии**

**Полигон**

Полигон образован последовательностью точечных элементов, задающих внешнюю границу полигона (RING) и, при необходимости, одной или несколькими последовательностями точечных элементов, составляющих внутреннюю границу полигона (GAP). Каждая внутренняя граница задает дыру в полигоне (также имеющую форму полигона). Полигон – это топологически чистый замкнутый объект. Правила, которым должны соответствовать полигоны, строго определены в вышеуказанной спецификации.




**Представление местоположения объекта**

Все геометрические формы состоят из точечных элементов, каждый из которых представлен двумя (или тремя) координатами. Эти координаты задают местоположение точечного элемента в системе координат.

Если точечный элемент представлен тремя координатами, то координата, обозначенная как Z, должна или быть нулевой, или обозначать высоту над уровнем моря в данной системе высот.

**Описание типов данных атрибутов**

Тип данных атрибута объекта задает, какие значения атрибут может принимать. В информационном стандарте используются следующие типы данных:

- целое число (INTEGER)
- десятичное число (FLOAT) – точность задается количеством десятичных знаков.
- буквенно-цифровая строка (STRING)
- логическая величина (BOOLEAN) – атрибут принимает только значения TRUE или FALSE
- дата (DATE) – атрибут содержит дату в формате YYYY-MM-DD где YYYY - год, MM – месяц в году и DD – день в месяце.

У типов INTEGER и STRING для каждого атрибута можно задать справочник.

**Справочник**

Задает множество дискретных значений, которые может принимать данный атрибут. Одна категория справочника кроме значения атрибута (используемого как однозначный идентификатор категории справочника) содержит и его описание. Таким образом, значение атрибута для атрибута со справочником является ссылкой на категорию этого справочника, описывающую его смысловое значение.

**Условный справочник**

Присоединен к другому (иерархически высшему) справочнику, для каждой категории которого он задает подмножество своих категорий, с ней связанных. Таким образом, значения

категорий условного справочника классифицируются на основе значений категорий вышестоящего справочника, и атрибут, к которому подсоединен условный справочник, обычно уточняет значение другого атрибута с присоединенным иерархически высшим справочником.

Кроме величины атрибута и описания каждая категория условного справочника содержит ссылку на величину категории в вышестоящем справочнике, которой она подчинена.

Список всех использованных справочников является частью информационного стандарта.

### Формальное определение структуры данных

Формальное определение структуры данных информационного стандарта содержится в XML документе UkrInfoStandard _Metadata.xml, который является неотъемлемой частью этого стандарта и содержит описание иерархии слоев, самих слоев, атрибутов объектов, справочников, а также свойств всех этих компонентов.

Структура документа UkrInfoStandard_Metadata.xml следующая:

Документ содержит один корневой элемент UKRFORESTINFOSTANDARD, содержащий информацию о версии стандарта (атрибут VERSION), величина которого соответствует году выпуска стандарта, далее следует дата выпуска стандарта (атрибут DATE) в форме YYYY-MM-DD и примечание (атрибут NOTE).

Корневой элемент содержит два главных подчиненных элемента:

- DATABASESTRUCTURE – содержит определение структуры данных (метаданные)
- LOOKUPTABLES – содержит определение справочников

Каждому из этих базовых элементов посвящена отдельная глава.

Составной частью методики является приложение UkrInfoStandard_Metadata_Doc.doc, пред¬ставляющая для большей наглядности содержание документа UkrInfoStandard_Metadata.xml в виде форматированного текста и таблиц.

### Элемент DATABASESTRUCTURE – определение структуры данных

Элемент DATABASESTRUCTURE содержит определение иерархии слоев, отдельных слоев и атрибутов объектов, принадлежащих к этим слоям. В нем есть только один подчиненный элемент LAYER, определяющий самый верхний слой всей иерархии слоев.

Элемент LAYER обычно задает один слой и содержит два подчиненных элемента ATTRIBUTES и SUBLAYERS, где ATTRIBUTES содержит один или несколько элементов ATTRIBUTE и задает атрибуты объектов данного слоя, а SUBLAYERS содержит элементы LAYER (может не содержать ни одного) и определяет слои, непосредственно подчиненные данному слою в рамках иерархии слоев.

Главными и важнейшими элементами описания структуры данных здесь являются элементы LAYER и ATTRIBUTE, подробнее описанные в отдельных главах.

### Элемент LAYER – определение свойств слоя

Элемент LAYER содержит описание одного слоя и включает следующие XML атрибуты:

- NAME – имя слоя
- LABEL – описание слоя
- LAYERTYPE – описывает объекты слоя в соответствие с тем, как они определены пространственно (т.е., какая к ним присоединена графическая информация). Может принимать значения:
  - TABLE – слой содержит только данные, никакой присоединенной графической информации нет

- POINT – слой точечный, и к каждому объекту присоединена информация о точке, которую он представляет
- LINE – слой линий, и к каждому объекту присоединена информация о линии, которую он представляет
- POLYGON – слой полигональный, и к каждому объекту присоединена информация о полигоне, который он представляет

- RELATION – этот атрибут определяет, в каком отношении связан данный слой с вышестоящим. Может принимать значения:
  - ONE2ONE – слой связан с вышестоящим в соотношении 1:1, т.е., с каждым объектом вышестоящего слоя может быть связан максимум один объект подчиненного слоя.
  - ONE2MANY – слой связан с вышестоящим в соотношении 1:M, т.е., с каждым объектом вышестоящего слоя может быть связан один или несколько объектов подчиненного слоя.

  У самого верхнего слоя этот атрибут не приводится.

**Элемент ATTRIBUTE – определение атрибута объекта**

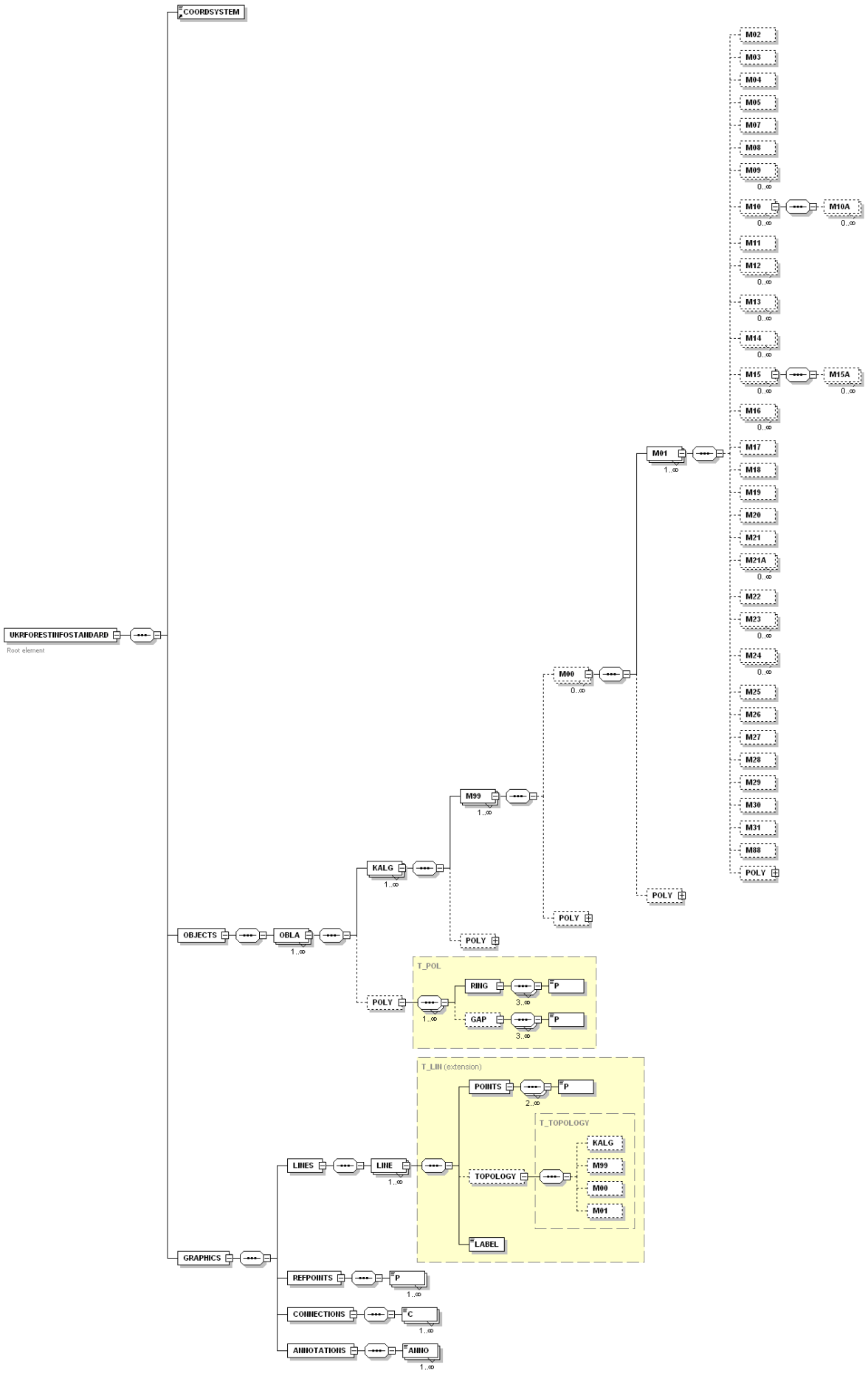
Элемент ATTRIBUTE содержит определения атрибутов каждого объекта данного слоя и имеет следующие XML атрибуты:

- NAME – имя атрибута
- LABEL – описание атрибута
- DATATYPE – тип данных атрибута в том смысле, в каком он был введен в главе 2.3 (Описание типов данных атрибутов). Может принимать значения:
  - INTEGER – для целочисленных типов данных
  - FLOAT(X.Y) – для десятичных чисел, где X – максимальное количество знаков, включая десятичную точку, и Y – количество цифр после точки.
  - STRING – алфавитно-цифровая строка
  - BOOLEAN – логическая величина
  - DATE – дата
- KEY – определяет, является ли атрибут частью ключа, который однозначно определяет объект в рамках слоя
- LKP – если к атрибуту подсоединен справочник, то здесь приводится его название, как оно определено в секции LOOKUPLISTS (описана в следующей главе 2.4.4). Больше информации о справочниках можно найти в главе 2.3 – Описание типов данных атрибутов.
- MASTERATTRIBUTE – если к атрибуту присоединен условный справочник, то здесь на вышестоящий атрибут (атрибут, к которому присоединен вышестоящий справочник, и величина которого, соответственно, ограничивает множество возможных значений описываемого атрибута). Ссылка имеет вид: jmeno_vrstvy.jmeno_atributu
- ERROR – содержит максимально допустимое отклонение значения атрибута от реальной величины.
- UNIT –единица измерения атрибута
- DESCRIPTION – текстовое описание атрибута, при необходимости – примечания к нему

**Элемент LOOKUPTABLES – определение справочников**

Элемент LOOKUPTABLES определяет отдельные справочники – каждый из них в отдельном зависимом элементе LOOKUPTABLE.

Элемент LOOKUPTABLE задает один справочник, имя которого приведено в XML атрибуте




Generated by XMLSpy www.altova.com

NAME.

Содержит один или несколько элементов ITEM, определяющих отдельные категории справочника.

Элемент ITEM имеет следующие XML атрибуты:

- ID – идентификатор категории, а также значение атрибута объекта для этой категории
- MASTERID – если справочник условный, то содержит значение вышестоящего атрибута, для которого возможна эта категория
- VALUE – значение категории справочника

### Обзор слоев

На рисунке ниже изображена иерархия слоев так, как она приведена в документе UkrInfoStandard_Metadata.xml. Для каждого слоя на схеме приведено его название, описание, тип и вид связи с вышестоящим слоем.

## Формат обмена данными

Формат обмена данными задает способ сохранения данных информационного стандарта, независимый от конкретного программного обеспечения или платформы. Формат обмена данными так не только задает интерфейс, позволяющий легко переносить данные между разными базами данных и компьютерными системами, но и может использоваться для архивирования данных. Поскольку формат обмена данными реализован в текстовом документе XML, он может использоваться и для представления данных конечному пользователю как непосредственно, так и в качестве основы для дальнейшей обработки данных обычными программами для манипуляции с данными.

```
UkrInfoStandard_ExForm
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- edited with XMLSpy v2008 sp1 (http://www.altova.com) by Petr Blažek (IFER - Monitoring and
Mapping Solutions, Ltd.)  -->
- <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:sql="urn:schemas-microsoft-
  com:mapping-schema" elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  - <xs:simpleType name="T_P">
    - <xs:annotation>
        <xs:documentation>Point data type</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:restriction base="xs:string" />
    </xs:simpleType>
  - <xs:simpleType name="T_FLT_31">
    - <xs:annotation>
        <xs:documentation>3D coordinate data type (string in the form of "x$y$z")</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    - <xs:union>
      - <xs:simpleType>
        - <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:pattern value="([-|+]?[0-9]+\.[0-9])" />
          </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
      - <xs:simpleType>
          <xs:restriction base="T_NOTAVAIL" />
        </xs:simpleType>
      </xs:union>
    </xs:simpleType>
Text  Grid  Schema/WSDL  Authentic  Browser
```

**Рис. 4 Пример формат обмена данными для информационного стандарта.**

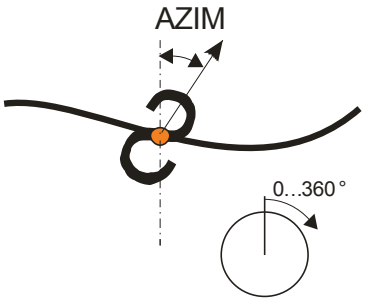
Формат обмена данными для информационного стандарта задан XML схемой, записанной в файле UkrInfoStandard_ExForm.xsd (рис.4).

Правильный XML документ формата обмена данными должен ссылаться на эту схему и должен быть валидным с точки зрения этой схемы.

Корневой XML документ согласно этой схеме должен иметь название UKRFORESTINFOSTANDARD.

В документе представлены следующие основные элементы:

- COORDSYSTEM – содержит описание картографической проекции использованной для данных в данном документе.
- OBJECTS – содержит иерархически упорядоченные объекты самой базы данных лесоустройства. Данные организованны по слоям. Данные каждого слоя хранятся в элементе XML, название которого соответствует названия слоя. Отдельные атрибуты слоя содержатся в форме XML атрибутов с соответствующими названиями. К элементу могут быть присоединены другие подчиненные элементы, если это потребуется в связи с иерархической упорядоченностей базы данных. Слои с характером полигонов содержат также элемент POLY, в котором находится описание графической презентации полигона, т.е. координат возможных частей полигона.
- GRAPHICS – содержит графическую часть, которая не имеет прямой и однозначной связи с объектами базы данных. В частности это элементы:
  - LINES – содержит все линии. Каждая из линий кроме координат точек линий может нести с собой также информацию о топологии, условном знаке и текстовом описании.
  - REFPOINTS – точечный слой для хранения данных столбов
  - CONNECTIONS – содержит знаки соединения. Каждое соединение представлено точкой центра знака соединения и азимутом его поворота. Азимут принимает значения от 0 до 360 градусов.
  - ANNOTATIONS – дополнительные точки с условным знаком и возможностью текстового описания.




Подробное описание структуры XML документа формата обмена данными приведено в приложении (документ UkrInfoStandard_ExForm_Doc.doc)

## Картографическое представление графического образа объекта

Для выражения картографического представления графического образа объекта у объектов, имеющих графический вид, введен атрибут Картографический символ графического объекта. Он определяет картографический символ, который автор данных приписал объекту. Картографический символ и стиль задаются целым числом, а значение кода дано в справочнике. Определение площадных и некоторых линейных символов содержит и их цветовое решение. Остальные значки этого определения не содержат. Поэтому для уточнения картографического представления отдельного объекта у некоторых объектов было введено свойство Цвет графического объекта. Цвет графического объекта определяется справочником.

### Определение картографических символов

Отдельные точечные и линейные картографические условные знаки определены в самостоятельных XML документах Symbols_point.xml и Symbols_line.xml. Каждый условный знак, кроме уникального идентификатора и текстового описания, содержит также описание его геометрии для изображения на карте. Изображение условных знаков на лесных картах определяется согласно технологической инструкции по издательству лесных карт 2008 года [6].

## Литература


1. Ведмідь М.М., Костяшкін С.И., Богомолов В.В. Інформатизація лісоуправління // Лісовий і мисливський журнал. – 2004. – №2. – с.12-14.

2. Когаловский, М. Р., 2000, Методические материалы по стандартам платформы XML (http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/methodology).

3. Мартин Черны, И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Радек Русс, Информационный стандарт для лесного хозяйства Украины – основа интеграции данных и развития ГИС // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2005. – вип. 108. - С.9-16.

4. Технологічна інструкція із заповнення карток таксації (форма 01.01.1.01) для оброблення на персональному комп'ютері. - 11535.096816.06-019001. – Ірпінь, Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання. – 2003. – 34 с.

5. Informacni standard lesniho hospodarstvi LHP/O zpracovany standardizacni komisi jmenovanou Ministerstvem zemedelstvi Ceske republiky, 2004

6. Технологічна інструкція з виготовлення лісових карт. Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання. – Ірпінь., 2008. – 76 с.

## Конвертация лесоустроительных данных из АНКС-лесхоз в обменный формат

# Оценка древесных ресурсов

## Отвод лесосек

### Введение

Одной из важных задач лесной таксации является определение запаса и его сортиментной структуры на участках, назначенных в рубку. Особую актуальность приобретает этот вопрос в условиях перехода к устойчивому управлению лесами и от плановой экономики к рыночной.

В теории и практике лесной таксации для сортиментной оценки лесных насаждений на корню используют следующие методы:

1. Индивидуальная подеревная сортиментация.
2. Сортиментация по материалам раскряжевки модельных деревьев.
3. Метод пробных площадей.
4. Применение сортиментных таблиц.
5. Применение товарных таблиц.

Кроме того для сортиментной оценки применяются данные о выходе сортиментов на аналогичных лесосеках.

Метод индивидуальной подеревной сортиментации применяют при определении выхода спецсортиментов из высококачественных стволов или при сортиментации особо ценных насаждений. Особенностью метода является то, что выход сортиментов определяется на растущих деревьях путем непосредственного осмотра дерева. Разметку ствола проводят глазомерно с учетом размеров ствола, его пороков и признаков скрытой внутренней фаутности.

При применении метода модельных деревьев для установления сортиментной структуры насаждения подбираются модели, которые должны отвечать средним размерам деревьев в ступенях толщины и отображать их качественные признаки. Также могут измеряться учетные деревья, выбранные случайным образом. Срубленные модельные (учетные) деревья размечают на сортименты определенного размера и качества в соответствии с требованиями стандартов. Объемы соответствующих сортиментов находят как суммы объемов секций. Зная объемы отдельных категорий дерева и сортиментов, полученных при раскряжевке модельных деревьев соответствующей степени толщины, можно определить выход сортиментов из всех деревьев данной степени толщины. Метод модельных деревьев целесообразно применять при сортиментной оценке лесных насаждений на корню в древостоях со сложной сортиментной структурой, а также при составлении и проверке нормативов.

Для сортиментной оценки насаждений применяется также метод пробных площадей. На пробных площадях проводят рубку и раскряжевку на сортименты всех деревьев назначенных в рубку, что позволяет учесть влияние на выход сортиментов всех факторов (строение древостоя, форму стволов и их качество). Преимущество метода пробных площадей в сравнении с методом модельных деревьев также в том, что разрабатываются деревья не всех качественных категорий. Данные, полученные на пробной площади, переводят на 1 гектар и на всю площадь участка. Этим способом оценку сортиментной структуры насаждения проводят при составлении нормативов, а также при отводе лесосек, когда не возможно или не целесообразно проводить подеревный учет, например при рубках ухода в молодняках, разработке пожарищ, ветровалов и т.п.

При сортиментации насаждений с помощью сортиментных таблиц на отведенном в рубку участке леса проводят перечень деревьев по элементам леса, ступеням толщины и категория-

ми технической пригодности (качества), а также измеряют высоты деревьев по породам для установления разряда высот. По результатам перечета деревьев и установленного разряда высот определяют выход отдельных размерно-качественных категорий древесины по ступеням толщины. Подытоживая запасы отдельных категорий по всем ступеням толщины, получаем общий запас древесины этой категории.

В действующих в Украине сортиментных таблицах выход сортиментов приведен в процентах от запаса деловой древесины в зависимости от среднего диаметра древостоя, а выход технологического сырья и дров для отопления в процентах от дровяной древесины. Данные нормативы для оценки сортиментной структуры не могут быть использованы для распределения объема стволов на размерно-качественные категории в связи с не соответствием их стандартам и современным тенденциям спроса. В сортиментных таблицах для молодняков и средневозрастных древостоев распределение деловой древесины на сортименты не приводится. В то же время в современных условиях хозяйствования важным является внедрение в лесохозяйственных предприятиях сортиментно-сортного учета древесины [1, 2].

## Пилотные эксперименты в Рубежанском и Краснокутском лесничествах

С целью определения возможности использования технологии Field-Map для отвода и таксации лесосек проведены пилотные эксперименты на лесосеках сплошных рубок в Рубежанском лесничестве ГП «Волчанское лесное хозяйство» (в 2005 году) и Краснокутском лесничестве ГП «Гутянское лесное хозяйство» Харьковской области (в 2010 году). При проведении экспериментов решалась задача тестирования технологии Field-Map для оценки запаса и сортиментной структуры древесины.

**Рис. 1. Лазерное оборудование для дистанционного измерения диаметров**

Во время проведения полевых работ был использован программно-технический комплекс Field-Map, который включал в себя следующее оборудование: полевой компьютер, электронный компас, лазерный дальномер-высотомер, оснащенный специальным оптическим прицелом для дистанционных измерений верхних диаметров (рис. 1).Учитывая особенности работы с данной комплектацией Field-Map, оптимальный состав полевой группы составляет три человека:

**Рис. 2. Сосновое насаждение для пилотного эксперимента в Краснокутском лесничестве.**

### Старший группы

Постановка эксперимента, контроль проведения полевых работ, контрольные измерения.

**Оператор Field-Map**

Работа с Field-Map (картирование границ лесосеки / выделов, картирование и измерение профилей стволов деревьев).

**Ассистент Field-Map**

Помощь при работе с Field-Map (измерение диаметров деревьев, работа с вешкой).

## Методология сбора данных

Для пилотного эксперимента в Рубежанском и Краснокутском лесничествах было выбрано сосновые насаждения общей площадью 0,92 и 0,3 га соответственно. Равнинный рельеф и сравнительно небольшое развитие подлеска создавали хорошие условия для работы с лазерным оборудованием (Рис.2).

**Рис. 3.**

Границы лесосек были сняты в поле с помощью оборудования Field-Map.

Три вида работ проводили на лесосеке параллельно:

1. Перечет всех деревьев.
2. Статистическая инвентаризация на круговых площадках.
3. Измерения модельных деревьев (на растущих и срубленных деревьях).

**Перечет всех деревьев**

Перечет всех деревьев был проведен для получения информации о распределении деревьев по диаметру. Высоты на участке в Рубежанском лесничестве измерялись у случайно выбранных 94 учетных деревьев, а в Краснокутском лесничестве – у 12 модельных деревьев. На основе этих данных было установлено уравнение связи между диаметрами и высотами. Используя это уравнение (на основе модели Чапмана-Ричардса) были определены высоты всех деревьев.

**Статистическая инвентаризация на круговых площадках и метод модельных деревьев**

На участке в Рубежанском лесничестве на регулярной сети 25 м х 25 м было размещено девять круговых площадок переменного радиуса. На каждой площадке было выбрано ближайших 10 деревьев и измерен соответствующий радиус площадки. Если в пределах площадки оказывались дополнительные деревья, они тоже измерялись. В результате было измерено 94 учетных де-

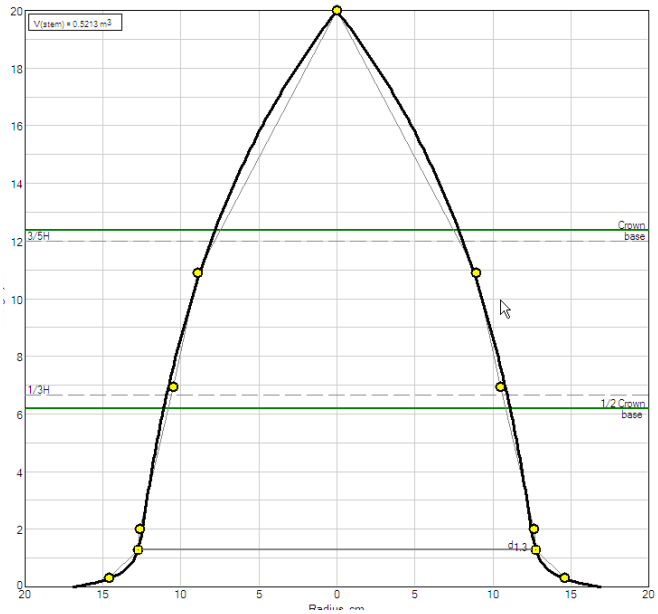



**Рис. 4. Измерение профиля ствола по методу 6 точек. (Желтыми точками показано места измерений).**

**Рис. 5.**

рева. Для каждого учетного дерева измерялся профиль ствола, используя метод 6 точек (рис. 4).

На лесосеке в Краснокутском лесничестве было подобрано 12 модельных деревьев с учетом распределения по ступеням толщины (рис. 3).

Диаметры на пне, на 1,3 и 2м измерялись с помощью вилки (рис. 5), высота измерялась с помощью дальномера-высотомера, а два других диаметра с помощью оптического прицела.

На измеренных модельных деревьях проводили их условную раскряжевку на сортименты в соответствии с размерами и наличием внешними пороков с учетом требований ГОСТов.

**Измерения срубленных деревьев по секциям**

Все учетные деревья были срублены и измерены на срединах двухметровых секций.

**Методология сбора данных**

Данные измерений 94 учетных деревьев были использованы для параметризации уравнения профиля ствола по уравнению Riemer-Gadow-Sloboda [3]. Затем с помощью модели профиля ствола рассчитаны объемы всех деревьев на лесосеке. Общий запас рассчитан как сума объемов всех деревьев на лесосеке.

Для оценки точности определения объема стволов был применен такой же подход с использованием данных измерения срубленных деревьев по секциям.

**Технология**

Для сплошного перечета и измерения срубленных моделей по секциям было использовано традиционное оборудование (мерная вилка и бумажные формы). Технология Field-Map была использована для статистической инвентаризации и измерения профиля ствола.

**Результаты**

Для контроля определения объема растущих деревьев проведено измерение на срубленных деревьях по секциям. При сравнении растущих и срубленных модельных деревьев суммарная разница в объемах составила 0,2% (рис. 6).

При сравнении общего запаса установленного с использованием моделей (измерение диаметров на растущих деревьях и срубленных по секциям) разница составила 1.47%.

Сравнение кривой объемов по модельным деревьям и данных сортиментных таблиц показывает, что они очень близки, хотя наблюдается некоторое занижение объёмов в верхних ступенях толщины и завышение в средних (рис. 7).

Проведены расчеты выхода древесины по модельным деревьям и сортиментным таблицам. При незначительном суммарном расхождении (0,8%), расхождение по отдельным категориям достигает 33% (табл. 1).

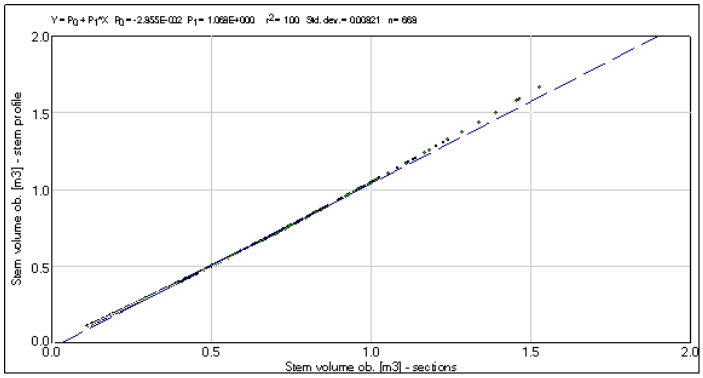



**Рис. 6. Соотношение между объемами, посчитанными с использованием параметров модели профиля ствола (Stem volume m3 – stem profile) и объемами, посчитанными с использованием параметров модели ствола исходя из измерений секций на срубленных деревьях. (Stem volume m3 – sections).**

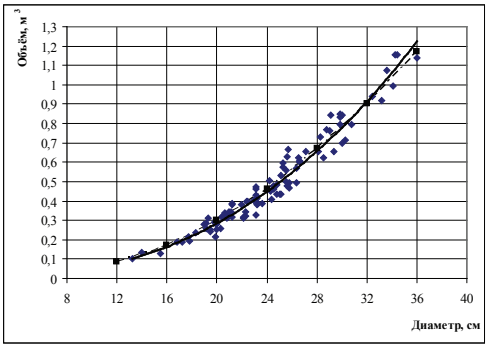



**Рис. 7. Зависимость объема от диаметра (сплошная линия по данным модельных деревьев, пунктирная – по данным сортиментных таблиц).**

**Таблица 1. Сравнение выхода сортиментов по сортиментным таблицам и модельным деревьям, м3**

| Категории древесины | По модельным деревьям | По сортиментным таблицам | Расхождение, % |
|---|---|---|---|
| Деловая, всего | 242 | 270 | 11,6 |
| Крупная | 75 | 55 | -26,6 |
| Средняя | 146 | 195 | 33,5 |
| Мелкая | 21 | 20 | -4,8 |
| Дровяная | 60 | 53 | -11,7 |
| Отходы | 55 | 37 | -32,7 |
| **Общий запас** | **357** | **360** | **0,8** |

Таким образом, технология Field-Map является перспективной для отвода и таксации лесосек и определения их сортиментной структуры без рубки модельных деревьев.

Опыт использования Field-Map при отводе и таксации лесосек, полученный в ГП «Волчанское лесное хозяйство» и ГП «Гутянское лесное хозяйство» Харьковской области показал, что разница между оценкой запасов древесины, определенной с помощью Field-Map и реальным запасом была меньше 1%. Важным является то, что технология Field-Map, кроме точного определения запаса на участке леса, дает возможность определить сортиментную структуру древостоя без рубки модельных деревьев, а также проводить расчеты разных сценариев сортиментации с учетом запросов потребителей древесины.

Field-Map позволяет работать с электронными вилками через беспроводную связь, формируя перечетные ведомости в реальном режиме времени, или загружать в Field-Map через кабель или беспроводную связь данные подеревного перечета с электронных вилок. Через беспроводную связь или через кабель к Field-Map могут присоединяться приспособления для считывания штрих-кодов или RFID-меток, что позволяет проводить поштучный учет бревен в полевых условиях.

Материально-денежная оценка лесосеки может быть рассчитана средствами Field-Map, или другими программами материально-денежной оценки лесосеки, которые подключаются к Field-Map как отдельные модули. Важным является то, что результаты обработки информации могут непосредственно быть распечатанными в полевых условиях. Также есть возмож-

ность передавать информацию через мобильную связь как на уровень лесничества, лесхоза, или областного управления, так и в централизованную базу данных единой системы учета древесины. Благодаря наличию обменного формата, который поддерживается Field-Map, информация может передаваться для дальнейшего использования в разных программных продуктах – ГИС, СУБД, офисных и бухгалтерских программах.

Программно-технологический комплекс Field-Map является полнофункциональной мобильной геоинформационной системой, которая может выполнять функции интегрированного программного обеспечения на нижнем уровне единой государственной системы электронного учета древесины. На основе Field-Map может быть обеспечена техническая реализация основных составляющих Концепции создания единой государственной системы электронного учета древесины, в частности:

4. Отвод и таксация лесосек.
5. Обработка материалов отвода и таксации лесосек.
6. Приемка и отпуск лесопродукции.

## Литература

1. Любчич М.В., Букша І.Ф., Пастернак В.П. Застосування сучасних технологій для підвищення ефективності використання лісових ресурсів / Тези наук. конф., присвяченої 85-річчю з дня народження Б.Ф.Остапенка. – Харків, 2007. – С. 77-78.

2. Любчич М.В., Букша І.Ф., Пастернак В.П. Обґрунтування принципів відбору модельних дерев для встановлення сортиментно-гатункової структури деревостанів / Лісівництво і агролісомеліорація. Х., Вип. 114. – С. 74-79.

3. (Riemer, T. & Gadow, K. & Sloboda, B., 1995)

## Сортиментация стволов на корню

# Инвентаризация городских зеленых насаждений

В рамках проекта ТехИнЛес одним из направлений исследований была апробация новых технологий для картографирования и оценки состояния городских зеленых насаждениях. В качестве демонстрационного объекта после консультаций с администрацией СКП «Харьковзеленстрой» был выбран харьковский городской сквер Победы.

Задачами исследования было предусмотрено провести такие работы на территории сквера Победы с помощью технологии Field-Map:

- сделать съемку территории сквера и закартировать при этом местоположение всех ландшафтных, архитектурных и инженерно-технических объектов и элементов;
- провести оценку состояния и картирование растительности для части территории (делянки) сквера согласно действующей Инструкции по технической инвентаризации зеленых насаждений в городах и поселках городского типа Украины (2001);
- получить базу данных для всех объектов сквера и подготовить инвентаризационный план;
- оценить возможности использования ГИС сквера Победы в проекте Field-Map в качестве прототипа информационно-аналитической система (ИАС) для управления городскими зелеными насаждениями.

Сквер Победы, на территории которого расположен водно-архитектурный ансамбль «Зеркальная струя», является одним из наиболее известных мест города Харькова. Площадь сквера – 2,1 гектара, из которых зелеными насаждениями покрыто 1,4 гектара.

**Рис.1. Зеркальная струя – один из символов Харькова**

**Рис 2. Вид на водно-архитектурный ансамбль «Зеркальная струя» из центра сквера**

Методика инвентаризации сквера Победы была разработана с учетом требований инструкции по технической инвентаризации зеленых насаждений [1] и особенностей объекта. Программа исследования включала картирование территории сквера Победы и оценку состояния зеленых насаждений.

Для древесной растительности в сквере Победы измеряли и оценивали следующие показатели: породу, координаты каждого дерева, диаметр ствола на высоте 1,3 м, высоту дерева, высоту начала живой кроны, горизонтальную проекцию кроны, состояние дерева, группу возраста [1].

Полевые работы по картографированию и оценке состояния зеленых насаждений сквера Победы были проведены в мае-июне 2005 г. Полевая команда из двух человек выполнила работы по инвентаризации сквера за 11 дней. Работы проводились в три этапа. Первый этап включал подготовительные работы и картирование территории сквера: газонов, дорожек, объектов. Второй этап работ был связан непосредственно с инвентаризацией зеленых насаждений – картированием местоположений деревьев и горизонтальных проекций их крон, измерением диаметров их стволов и высот и оценкой состояния. Для части деревьев, произрастающих по внешнему периметру сквера, были измерены вертикальные профили крон с целью оценки плотности их структуры. Третий этап работ заключался в обработке результатов.

**Рис. 3. Работы по инвентаризации зеленых насаждений в сквере Победы**

## Технология

Все работы по картографированию границ сквера, ландшафтных объектов и древесно-кустарниковой растительности, измерения высот, картографирование проекций и профилей крон были проведены с использованием технологии Field-Map и комплекта оборудования:

- полевого компьютера Hammerhead RT (WalkAbout, США),
- лазерного дальномера Forest Pro (LaserTechnology, США),
- электронного компаса MapStar (LaserTechnology, США).

При помощи данной технологии был подготовлен проект для натурных работ, который непосредственно связан с методикой (см. структуру базы данных).

Возможности технологии Field-Map позволяют создавать базы данных для различных объектов зеленого хозяйства города, и при этом вся информация будет находиться в единой базе данных. При картировании полигональных объектов при помощи лазерных приборов данные о координатах автоматически поступают в базу данных и отображаются на карте. Для них в программе автоматически рассчитываются суммарная площадь и периметры по типам объектов (например, площадь, занятую древесной растительность, площадь под газонами, клумбами, площадь дорожной сети и т.д.). Эти данные позволяют планировать весь комплекс работ по содержанию территории объектов зеленого хозяйства и по уходу за зелеными насаждениями.

В программе Field-Map используются стандартные форматы данных: сведения о картировании (ГИС часть) хранятся в формате «ESRI shapefile», и поэтому их можно использовать без конверсии в любом программном обеспечении ГИС, а числовые данные хранятся в таблицах системы «Paradox» или «MS Access». Также возможен экспорт данных в «dBase», «MS Excel» или «XML» форматы [2].

## Структура базы данных

Была создана база данных «Сквер Победы» в Project Manager Field-Map, которая имеет следующую структуру:

**Тип объекта (сквер Победы)**

имя, площадь, периметр;

**Типы земельных участков (газоны, клумбы, дорожки, бассейн, Зеркальная Струя)**

координаты, площадь, периметр, описание, % от всей территории сквера;

**Типы объектов на участках (фонари, памятники, урны и т.д.)**

координаты и описание;

**Типы деревьев**

координаты, порода, дендрометрические и описательные характеристики;

**Типы крон деревьев**

площадь горизонтальной проекции кроны, объем кроны, площадь поверхности кроны.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Park (Парк)** | [Ідентифікація ділянки] | | | | |
| | *ID* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *Area_m2 (Area,m2)* | | *номер* | *12* | *3* |
| | *Perimeter_m (Perimeter,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *Magnetic_decl_deg (Magn.declin,°)* | | *номер* | *5* | *1* |
| | *Name (Name)* | | *рядок* | *35* | |
| **Trees (Деревья)** | [Дерево] | | | | |
| | *IDPark* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *X_m (X,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *Y_m (Y,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *ID* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *Slant_Azimuth_deg (Slant azimuth,°)* | | *номер* | *3* | *0* |
| | *Slant_Angle_deg (Slant angle,°)* | | *номер* | *3* | *0* |
| | *Stem_Volume_m3 (Stem volume,m3)* | | *номер* | *7* | *5* |
| | *CrownProj_Area_m2 (Crown proj,m2)* | | *номер* | *6* | *2* |
| | *Crown_Volume_m3 (Crown volume,m3)* | | *номер* | *6* | *1* |
| | *Crown_Surface_m2 (Crown surface,m2)* | | *номер* | *6* | *1* |
| | *DBH_mm (DBH,mm)* | | *номер* | *3* | *0* |
| | *Height_m (Height,m)* | | *висота* | | |
| | *CrownBase_m (Crown base,m)* | | *висота* | | |
| | *Tree_Length_m (Tree length,m)* | | *номер* | *4* | *2* |
| | *Crown_Length_m (Crown length,m)* | | *номер* | *4* | *2* |
| | *Species (Species)* | | *список категорій "tree_species"* | | |
| | *Damage (Damage)* | | *список категорій "qDamage"* | | |
| | | *1* | *Хорошее* | | |
| | | *2* | *Нормальное* | | |
| | | *3* | *Плохое* | | |
| | *Photo (Photo)* | | *зображення* | | |
| **LandTypes (Тип участка)** | [Полігон] | | | | |
| | *IDPark* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *ID* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *Area_m2 (Area,m2)* | | *номер* | *12* | *3* |
| | *Area_share_perc (Area,%)* | | *номер* | *4* | *1* |
| | *Perimeter_m (Perimeter,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *Num_polyg (Num of polyg)* | | *номер* | *3* | *0* |
| | *LandType (Тип участка)* | | *список категорій "qLandType"* | | |
| | | *0* | *Дорожки* | | |
| | | *1* | *Трава* | | |
| | | *2* | *Бассейн* | | |
| | | *4* | *Кусты* | | |
| | | *5* | *Зеркальная Струя* | | |
| | | *6* | *Скамейки* | | |
| **Monuments (Точечные объекты)** | [Точка] | | | | |
| | *IDPark* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *X_m (X,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *Y_m (Y,m)* | | *номер* | *10* | *3* |
| | *ID* | | *номер* | *5* | *0* |
| | *Type (Type)* | | *список категорій "qMon"* | | |
| | | *1* | *Мусорка* | | |
| | | *2* | *Фонарь* | | |
| | | *3* | *Рекламный щит* | | |
| | | *4* | *Памятник* | | |
| | *descr (Description)* | | *рядок* | *30* | |

**Рис. 4. Структура базы данных**

## Обработка результатов

Полевое приложение Field-Map имеет ряд возможностей, которые позволяют получать результаты инвентаризации зеленых насаждений уже в полевых условиях. В Field-Map автоматически отображается распределение измеренных деревьев по породам, классам диаметров и высоте, что позволяет контролировать данные измерений.

Данные по картографированию горизонтальных проекций крон живых деревьев так же автоматически обрабатываются в Field-Map: для каждой кроны рассчитывается площадь горизонтальной проекции кроны, а на ГИС сквера проекции крон деревьев отображаются в виде отдельного слоя перекрывающихся полигонов. Кроме того, на основании данных о вертикальных профилях и горизонтальных проекциях крон автоматически рассчитываются площадь поверхности кроны и ее объем. Измеренные вертикальные профили крон в Field-Map визуализируются в окне «Трансекты» .

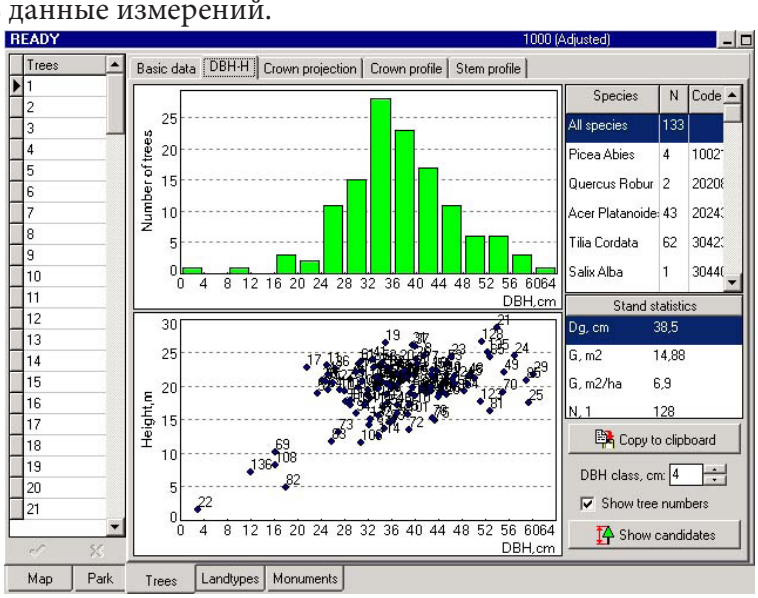



**Рис. 5. Распределение измеренных деревьев по классам диаметров и высоте (вид окна Field-Map)**

Вертикальные профили крон и трехмерное изображение в 3-D приложении Filed-Map позволяет оценить эстетическую ценность отдельных групп деревьев, аллей, и всего сквера.

Для анализа состояния древесной растительности в сквере Победы база данных из полевой ГИС Field-Map была экспортирована в программы MS Access и MS Excell. А для создания плана сквера Победы с результатами инвентаризации объектов зеленого хозяйства карта территории в формате «ESRI shapefile» была экспортирована из Field-Map в Arcview.

## Основные результаты

Результатом работ по инвентаризации и картографированию сквера Победы является электронная карта территории сквера и связанная с ней база данных, содержащая информацию обо всех объектах, находящихся на территории сквера, в том числе и о древесной растительности. На карте сквера отображается местоположение каждого дерева и горизонтальная проекция его кроны с визуализацией перекрытия крон, а также контуры объектов (архитектурного ансамбля, дорожной сети и др.), и местоположение точечных объектов (фонарей, скульптур и др.).

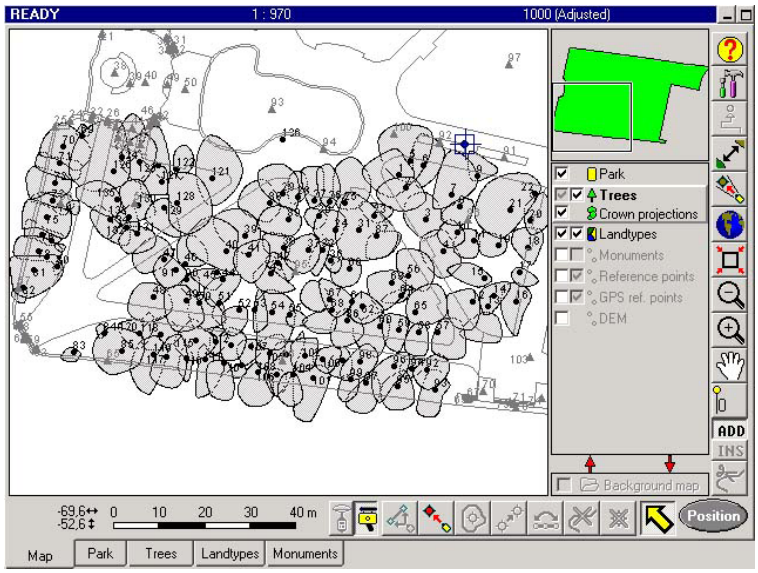



**Рис. 6. План сквера Победы на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map**

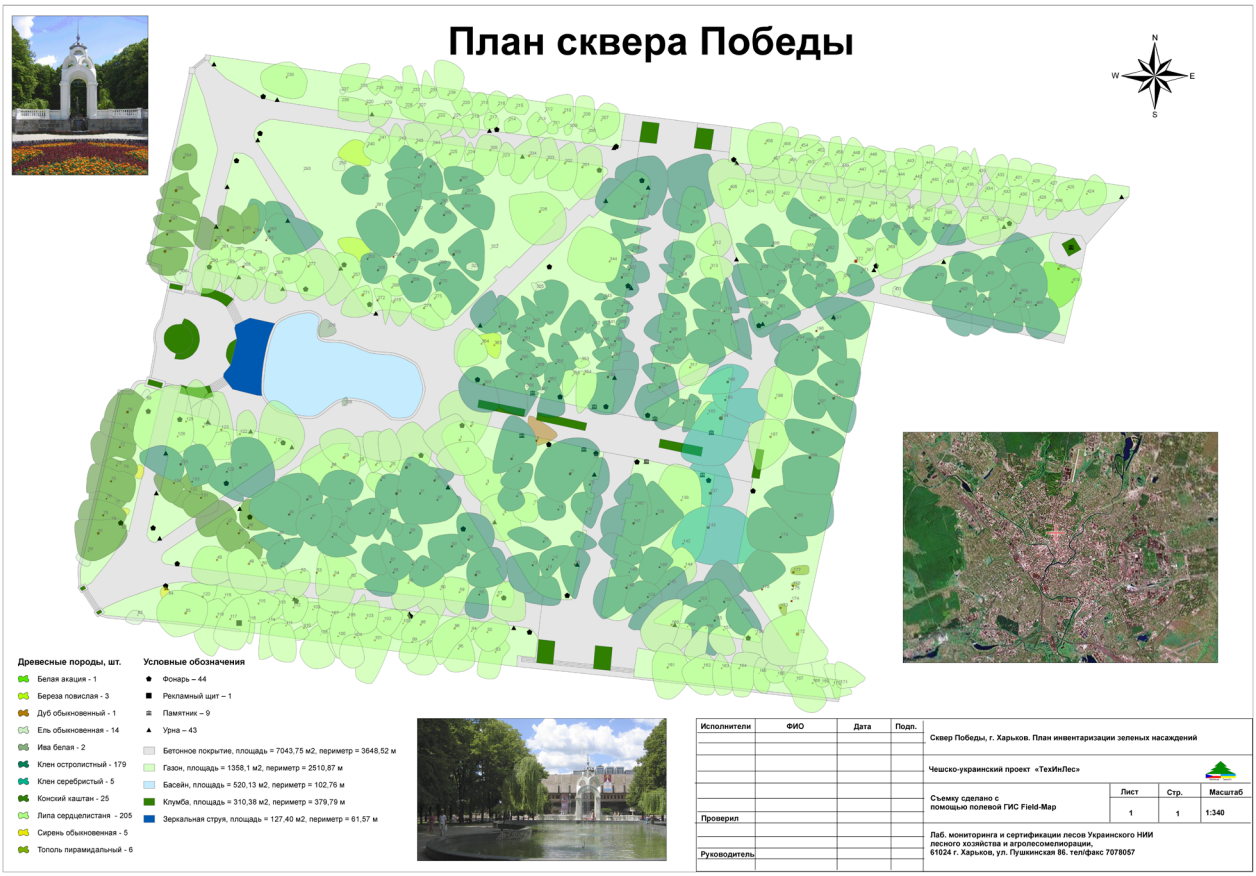



**Рис. 7. План сквера Победы с результатами инвентаризации объектов зеленого хозяйства в формате Arcview**

По результатам картографирования сквера общая площадь объекта составляет 21549,8 м2, площадь, из них занимаемая зелеными насаждениями – 14068,7 м2, в том числе площадь, занятая древесной растительностью – 13789,1 м2, и площадь клумб составляет 237,3 м2.

Электронная карта и связанная с ней база данных по объектам сквера может служить исходной информационной базой для создания информационно-аналитической системы по управлению объектами зеленого хозяйства в городе. Такая карта и базы данных должны постоянно актуализироваться и уточняться, их удобно использовать для проведения повторных инвентаризаций, а также для компьютерного моделирования изменений в городском ландшафте.

## Характеристика состояния древесной растительности

На территории сквера Победы произрастает 445 деревьев 14 древесных пород. Среди них преобладают деревья липы мелколистной (205 деревьев) и клена остролистного (178 деревьев), третье место по количеству занимает конский каштан (25 деревьев). Остальные древесные породы представленные единично (Табл. 1).

**Таблица 1. Количество деревьев в сквере Победы и их распределение по состоянию**

| Порода | Количество деревьев | | | | % деревьев |
|---|---|---|---|---|---|
| | Состояние | | | | |
| | Хорошее | Удовлетворительное | Неудовлетворительное | Суммарное кол-во деревьев | с неудовлетворительным состоянием |
| Белая акация | | 1 | | 1 | |
| Береза повислая | | 3 | | 3 | |
| Дуб черешчатый | | 1 | | 1 | |
| Ель обыкновенная | | 9 | 3 | 14 | 25,0 |
| Ива белая | | 2 | | 2 | |
| Катальпа бигнониевидная | | 1 | | 1 | |
| Клен остролистный | 13 | 154 | 11 | 178 | 6,2 |
| Клен серебристый | | 5 | 1 | 6 | 16,7 |
| Конский каштан | 6 | 18 | 1 | 25 | 4,0 |
| Липа мелколистная | 7 | 182 | 16 | 205 | 7,8 |
| Тополь китайский | | 1 | | 1 | |
| Тополь пирамидальный | | 3 | 2 | 1 | 40,0 |
| Туя западная | | 2 | | 5 | |
| **Все деревья** | **26** | **382** | **35** | **445** | **7,9** |

Важным показателем при инвентаризации зеленых насаждений является состояние деревьев. Среди всех оцененных деревьев преобладали деревья с удовлетворительным состоянием (86 %), и лишь 7,9% составляли деревья с плохим состоянием (Табл. 2).

**Таблица 2. Распределение всех обследованных деревьев по классам состояния.**

| Состояние | кол-во деревьев, шт | % деревьев |
|---|---|---|
| хорошее | 26 | 5,9 |
| удовлетворительное | 382 | 86,2 |
| неудовлетворительное | 35 | 7,9 |

Были отмечены единичные сухостойные деревья: тополя пирамидального, клена остролистного, ореха маньчжурского и липы мелколистной. Из 21 участка с деревьями на 11 были деревья с плохим состоянием и на 3-х был отмечен сухостой.

Были закартированы горизонтальные проекции крон всех живых деревьев в сквере. Кроны деревьев отображаются на карте в виде отдельного слоя перекрывающихся полигонов. Для каждой кроны автоматически рассчитывается площадь проекции кро-

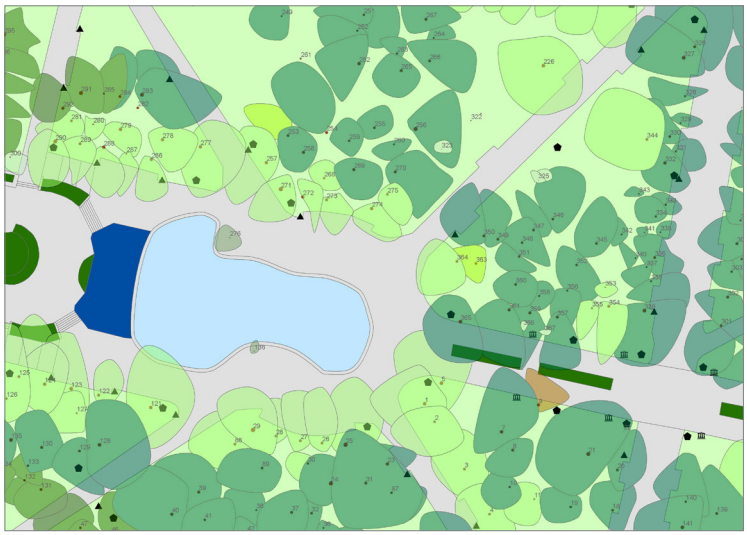


**Рис. 8. Фрагмент плана центральной части сквера Победы в формате Arcview**

ны. Суммарная площадь крон в сквере составляет 17068 м2, а площадь, на которой произрастают эти деревья – 13389 м2, таким образом площадь крон на 20 % превышает площадь земли.

Были рассчитаны средние и суммарные площади проекций крон деревьев всех древесных пород в сквере. (Табл. 3.) Наибольшие размеры имеют единичные деревья клена серебристого и тополя китайского, однако среди преобладающих в сквере трех древесных пород наибольшими кронами отличается клен остролистный. Наибольшая суммарная площадь крон в сквере принадлежит деревьям липы. Кроны липы мелколистной характеризуются высокой пылезадерживающей способностью, что очень важно для городских насаждений, и выполнения ими санитарно-гигиенических и оздоровительных функций [3].

**Таблица 3. Площади горизонтальных проекций крон различных древесных пород.**

| Порода | Суммарная площадь крон породы, м2 | Средняя площадь кроны 1 дерева, м2 |
|---|---|---|
| Липа мелколистная | 7623,5 | 37,6 |
| Клен остролистный | 7432,7 | 42,0 |
| Конский каштан | 972,5 | 38,9 |
| Клен серебристый | 661,6 | 110,3 |
| Тополь китайский | 120,4 | 120,4 |
| Береза повислая | 78,9 | 26,3 |
| Белая акация | 61,0 | 61,0 |
| Ель обыкновенная | 59,1 | 4,2 |
| Дуб черешчатый | 28,0 | 28,0 |
| Ива белая | 13,8 | 6,9 |
| Тополь пирамидальный | 11,8 | 3,9 |
| Туя западная | 4,1 | 2,1 |
| Катальпа бигнониевидная | 0,9 | 0,9 |

У девяти модельных деревьев на участке были измерены вертикальные профили крон, и рассчитаны площадь поверхности и объем крон (Табл. 4).

**Таблица 4. Характеристики крон и состояние деревьев.**

| Порода | Площадь горизонтальной проекции кроны, м2 | Объем кроны, м3 | Поверхность кроны, м2 | Состояние |
|---|---|---|---|---|
| Ель обыкновенная | 5,3 | 37,8 | 54,0 | 3 |
| Конский каштан | 64,7 | 627,7 | 388,7 | 1 |
| Конский каштан | 38,7 | 165,5 | 165,7 | 2 |
| Конский каштан | 30,6 | 278,1 | 227,6 | 2 |
| Конский каштан | 9,7 | 94,0 | 114,4 | 2 |
| Конский каштан | 19,0 | 376,4 | 299,3 | 1 |
| Конский каштан | 23,7 | 264,2 | 226,2 | 2 |
| Конский каштан | 37,1 | 455,0 | 331,0 | 1 |
| Конский каштан | 68,0 | 721,7 | 418,0 | 1 |

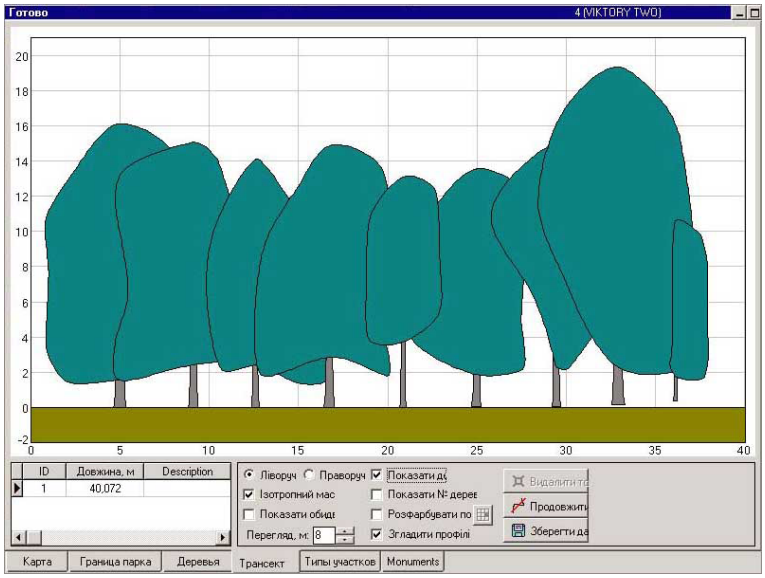



**Рис. 9. Вертикальные профили крон на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map.**

Деревья конского каштана с хорошим состоянием отличаются большими кронами, и могут лучше выполнять функцию очистки воздуха.

Данные о размерах крон можно использовать для анализа пылеулавливающей и звукопоглощающей способностей как отдельных деревьев, так и всего объекта в целом.

## Выводы

Пилотный эксперимент по инвентаризации зеленых насаждений харьковского городского сквера Победы проходил с применением полевой ГИС Field-Map в рамках чешско-украинского проекта ТехИнЛес.

Тестирование технологии Field-Map в харьковском городском сквере Победы показало, что применение полевой ГИС в сочетании с современными измерительными приборами позволяет эффективно решать задачи по инвентаризации объектов зеленого хозяйства.

Одна подготовленная полевая команда из двух человек с помощью технологии Field-Map за 11 дней выполнила работы по съемке и инвентаризации сквера Победы, площадью 2,2 га.

Применение передовых измерительных и геоинформационных технологий позволило за сравнительно короткий срок создать электронную карту для сквера и связанные с ней базы данных по всем объектам, расположенным на его территории, включая полную характеристику растительности в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по инвентаризации зеленых насаждений. В результате создана ГИС сквера Победы, объединяющая картографическую и атрибутивную информацию по объекту зеленого хозяйства, которая может быть использована как прототип для построения информационно-аналитической системы по управлению объектами зеленого хозяйства.

## Литература

1. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України, затверджено Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 24.12.2001 № 226, Зареєстровано в № 182/ 6470, 2002 – 22с.

2. М. Черны, И. Букша Field-Map (Полевая Карта) – передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения // М-ли міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків. – 2005. – С. 84-85.

3. Марків П.Д. Пилозатримуюча здатність лісових насаджень // Наукові основи ведення сталого лісового господарства. Мат. Доп. Міжнародної наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю з дня народження П.С. Пастернака – Івано-Франківськ: Екор, 2005. – С. 185 – 187.

# Мониторинг состояния лесов

Мониторинг состояния лесов Украины начал осуществляться с 1989 года научными учреждениями Госкомлесхоза Украины в соответствии с методикой, гармонизированной методами программы мониторинга лесов I уровня в регионе Европейской экономической комиссии ООН (UN-ECE ICP Forests). С усовершенствованием национального законодательства и принятием международных обязательств, деятельность по мониторингу состояния лесов в Украине постепенно расширяется. Начиная с 2000 года к проведению полевых работ по мониторингу приступили специалисты ПО «Укргослеспроект». По состоянию на 01.01.2010 сеть мониторинга охватывала все леса, находящиеся под управлением Госкомлесхоза Украины во всех областях страны.

В рамках совместной деятельности УкрНИИЛХА ПО «Укргослеспроект» осуществляется сбор информации на участках мониторинга лесов и накопление данных для формирования долговременных рядов наблюдений. При этом становятся чрезвычайно актуальными задачи по формированию баз данных мониторинга и управлению информацией.

Без внедрения современных систем управления базами данных и гео-информационных систем не представляется возможным управлять информацией по мониторингу лесов. Для решения задач по управлению данными мониторинга лесов Украины был разработан проект баз данных мониторинга лесов на основании программного обеспечения Field-Map. Проведено совместное тестирование баз данных силами научных и производственных подразделений, занимающихся мониторингом лесов в Украине. Для специалистов ПО «Укргослеспроект» были даны рекомендации и проведена тренировка по практическому применению программных

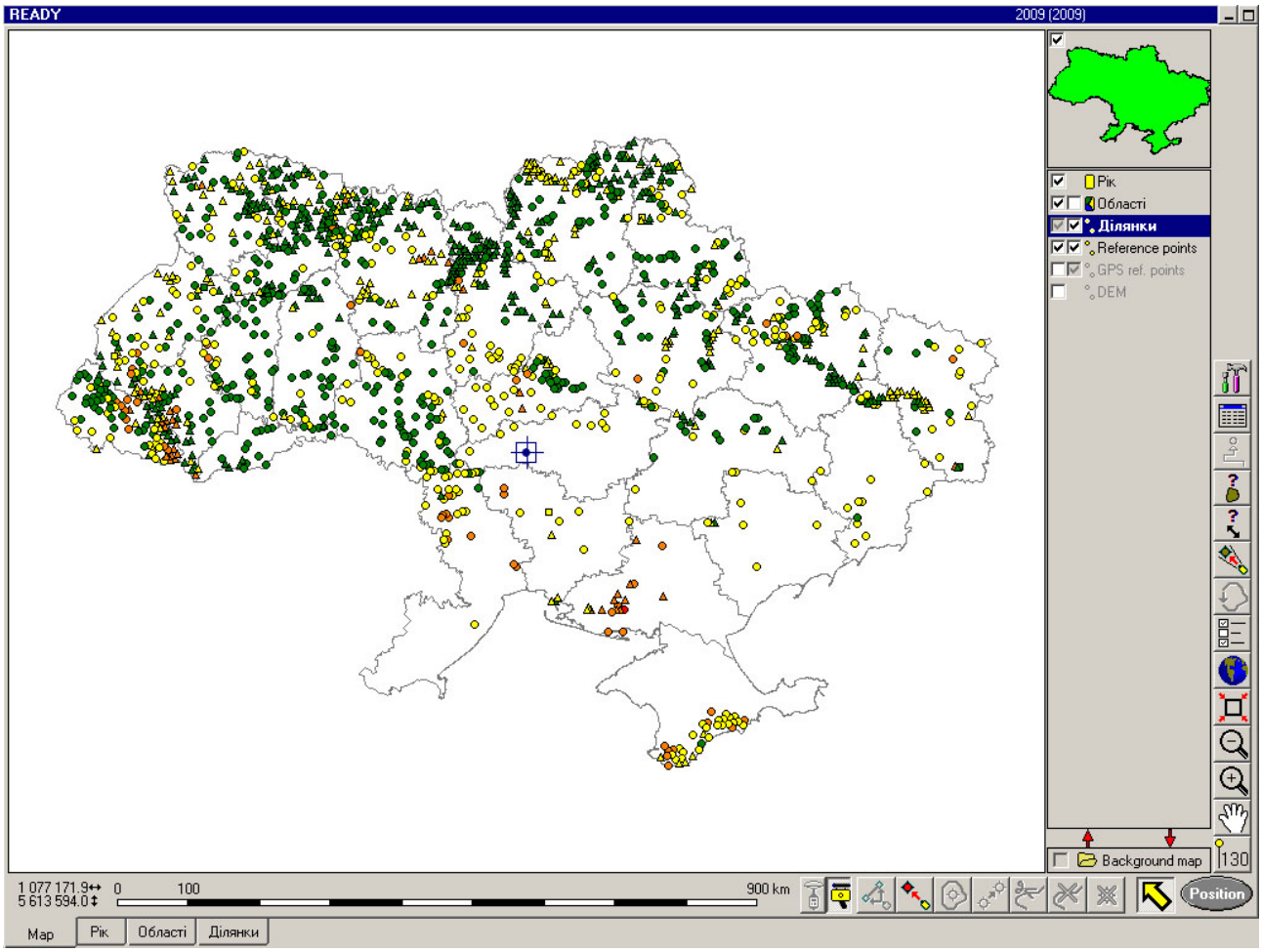



**Рис. 1. Визуализация участков мониторинга лесов в ГИС Field-Map**

средств Field-Map для ввода, хранения и управления данными мониторинга лесов. Программа для формирования баз данных мониторинга лесов в настоящее время используется во всех лесоустроительных экспедициях ПО «Укргослеспроект».

База данных в проекте Field-Map «Мониторинг лесов Украины» вмещает записи для 1622 участков мониторинга лесов. За период наблюдений с 2000 по 2009 гг. (10 лет), в базу занесена информация о состоянии 250 тысяч учетных деревьев.

**Использование Field-Map характеризуется такими особенностями:**

- Удобный интерфейс для ввода, возможность автоматического заполнения полей базы данных информацией, которая не изменяется по сравнению с предыдущим годом наблюдений,
- Выбор информации из существующего списка классификаторов, что снижает вероятность ошибок ввода,
- Возможность логического контроля вводимой информации,
- Возможность обработки данных непосредственно в Field-Map.

**База данных проекта Field-Map «Мониторинг лесов Украины» состоит из 10 взаимосвязанных таблиц, которые содержат следующие информацию:**

- характеристика сети участков мониторинга: № участка, координаты участка - долгота и широта, область, район, сельский совет, землепользователь, областное управление лесного и охотничьего хозяйства, лесхоз, лесничество, квартал, выдел, группа лесов, природная зона,

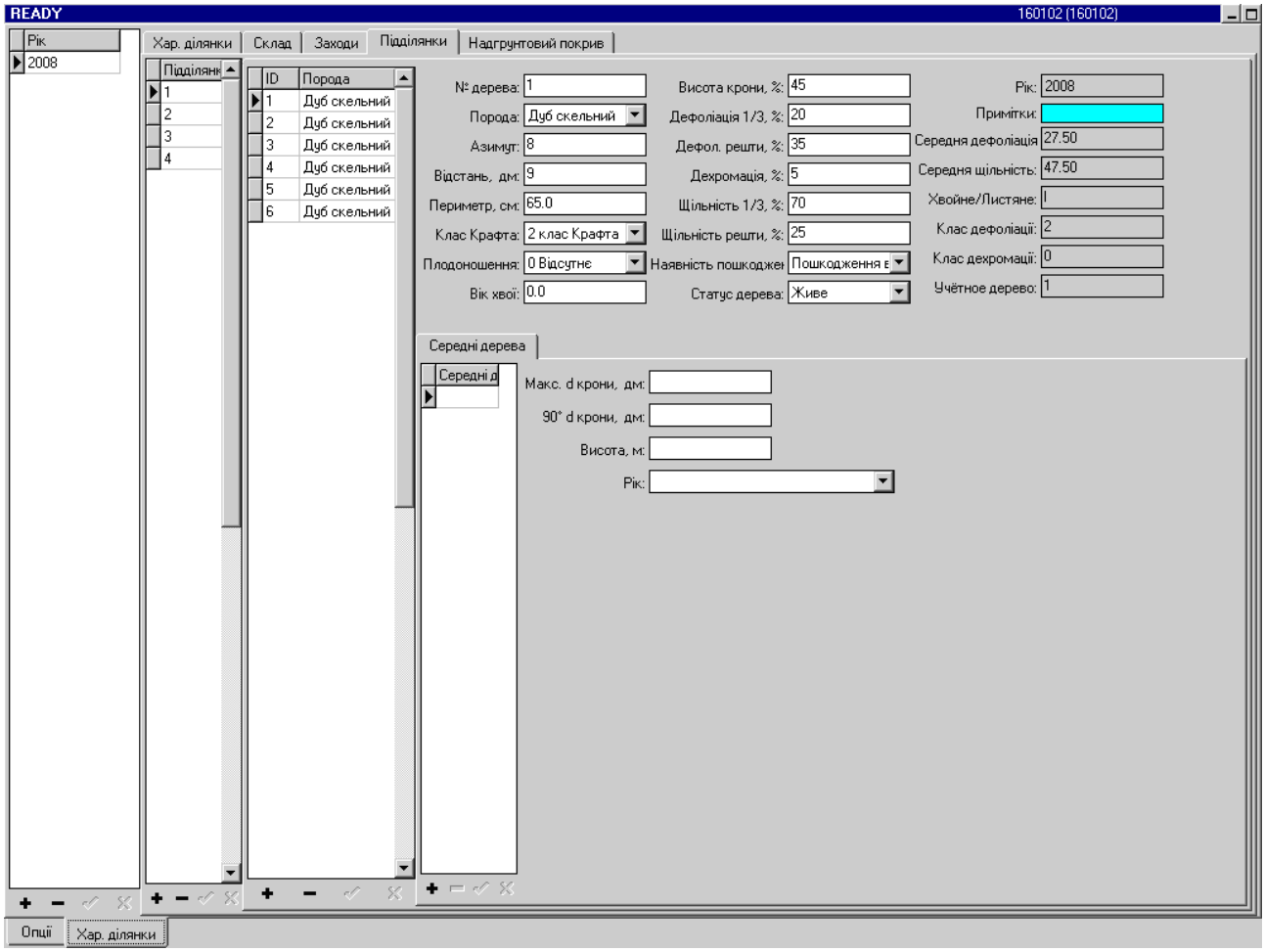



**Рис. 2. Окно Field-Map с данными мониторинга**

высота над уровнем моря, топография, экспозиция, угол склона, тип лесорастительных условий, тип леса, происхождение, полнота, бонитет, запас на 1 га;

- характеристика участка мониторинга: год обследования, возраст насаждения, форма (ярусность), подрост, подлесок, исполнитель, дата обследования и прочие;
- состав пород на выделе, в  котором находится участок мониторинга;
- лесохозяйственные мероприятия, которые проведенные на выделе где находится участок мониторинга;
- характеристика учетных деревьев: номер дерева, порода, азимут, расстояние от центра участка, периметр на высоте 1,3 м, класс Крафта, плодоношение, высота кроны, дефолиация, дехромация, плотность;
- характеристика средних деревьев: возраст, высота, максимальный диаметр кроны, размер кроны за направлением, перпендикулярному к максимальному диаметру;
- повреждение деревьев: тип повреждения, интенсивность повреждения;
- надпочвенный покров.

В 2010 году для БД Мониторингом лесов был разработан скрипт контроля введенных данных, таким образом пользователи могут после вода данных проверить все ли поля были заполнены и как результат проверки получить отчет о заполненных полях

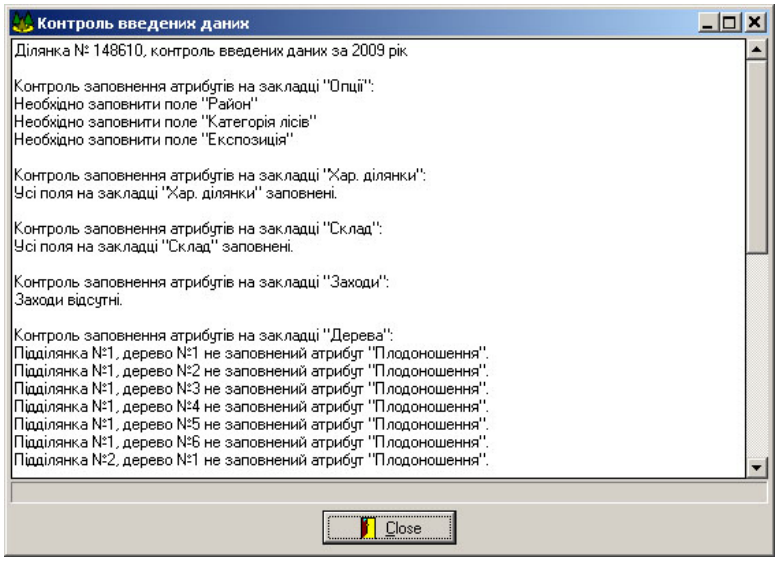



**Рис. 3. Контроль введенных данных**

# Исследование лесных экосистем

Сотрудниками лаборатории мониторинга и сертификации лесов УкрНИИЛХА совместно со специалистами Крымской горной лесной научно-исследовательской станцией (ГЛНИС) и Крымского природного заповедника (ПЗ) в 2009 году было заложено три стационарных пробных площади, площадью 0,1 га каждая.

Крымский заповедник - один из старейших в Крыму и на Украине. Общая площадь заповедника 44 175 га. Основная часть заповедника занимает центральную часть Главной гряды Крымских гор.

Стационары были закартированы и вынесены в натуру. На пробных площадях производили картирование деревьев, определяли для них дендрометрические показатели (диаметр ствола на 1,3 м., высоту), были заложены трансекты, определяли горизонтальную структуры древостоя. Пробные площади были заложены в буковом, сосновом и дубовом древостое. Материалы данных исследований вошли в «Летопись природы» заповедника, на каждый стационар был заведен паспорт. При полевых работах был использован комплект Field-Map «Птичка», как наиболее портативный и экономичный, в тоже время его функциональность позволяла

**Рис. 1 Насаждение бука на пробной площади 1.**

**Рис. 2. Дубовое насаждение на пробной площади 2.**

выполнить поставленные в ходе эксперимента задачи.

Пробная площадь 1 получила название «Иржир-Сырт». Она расположена в кв. 201-16 Центрального лесничества Крымского природного заповедника в буковом насаждении (рис.1).

Стационар «Дубовый 1», пробная площадь 2, , заложен в дубовом насаждении, в кв. 191-1 Центрального лесничества Крымского природный заповедника. Стационар расположен на высоте 925 м. над уровнем моря, это крайняя верхняя граница распространения дуба пушистого (рис.2).

Стационар «Уч-Кош», пробная площадь 3, заложена в кв. 265-16 Ялтинского лесничества Крымского заповедника. На стационаре представлено сосновое насаждение состоящие преимущественно из сосны крымской, отдельные экземпляры которой достигают 300 лет (рис. 3).

**Рис. 3 Насаждение сосны крымской на пробной площади 3.**

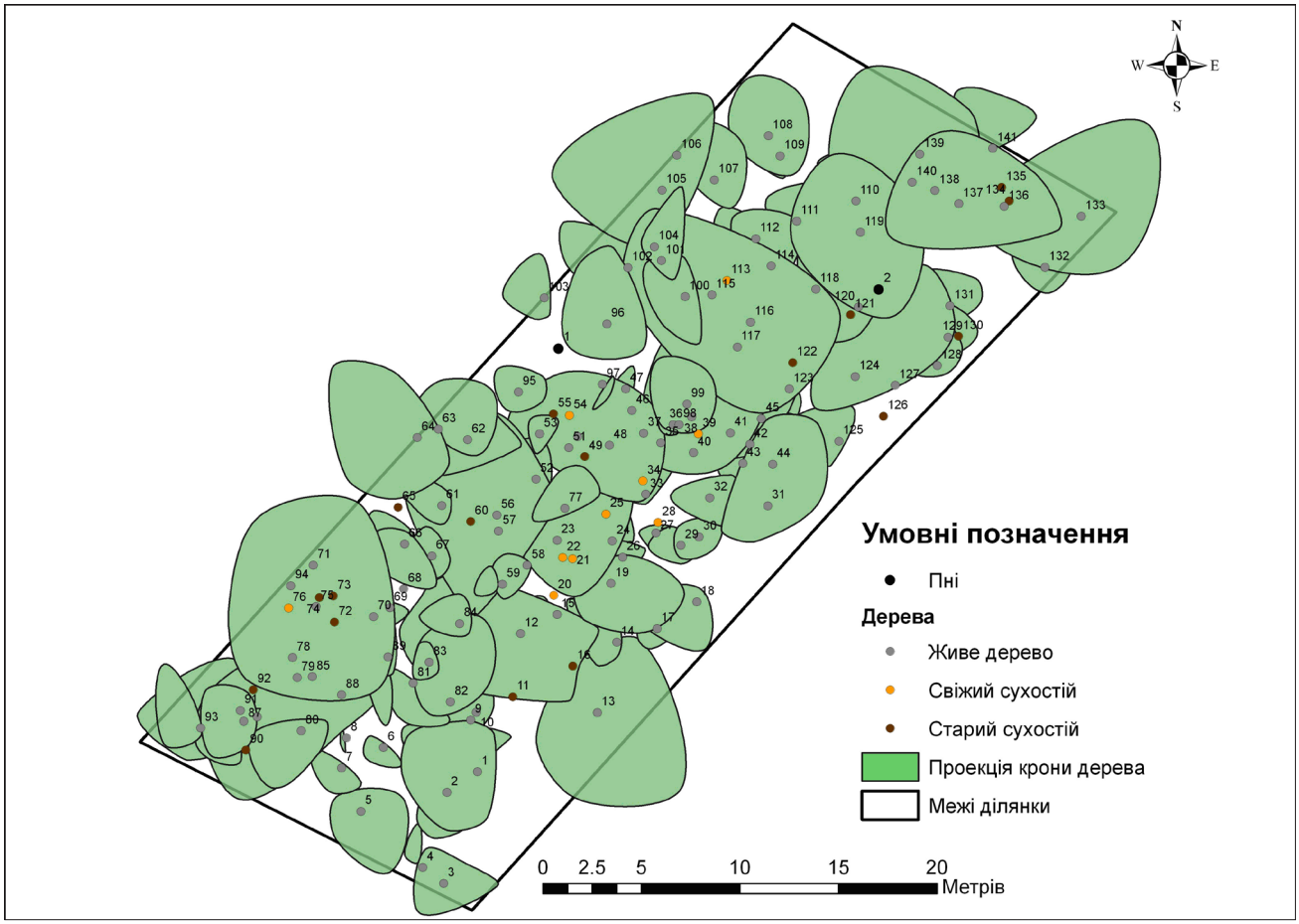



**Рис. 4 Горизонтальная структура букового древостоя**

Для всех стационаров была определена горизонтальная и вертикальная структура древостоя (рис.4).

На данных исследовательских объектах планируется проводить долгосрочное изучение лесных экосистем Горного Крыма.

Бук, произрастающий в Крыму, представлен одним видом Fagus taurica Popl. и отличается буков лесного (F. silvatica L.) и восточного (F. orientalis Lipsky) по эколого-географическим, генетико-биохимическим, фитоценологическим и морфолого-анатомическим показателям [6]. В связи с этим важным является разработка нормативной базы, которая учитывала бы региональные особенности формирования буковых лесов Крыма.

**Рис. 5. Буковый древостой на пробной площади в Прияйлинском лесничестве ГП «Белогорское лесное хозяйство»**

В результате проведенных лесоводственно-таксационных исследований были рассчитаны модели хода роста бука крымского (Fagus taurica Popl.) по основным таксационным показателям [8]. Эти модели были использованы в программном модуле полевой геоинформационной системы Field-Map, что позволило значительно быстрее и более точно обрабатывать полевые материалы и рассчитывать био-

метрические показатели древостоев бука крымского (средний диаметр, среднюю высоту, сумму поперечных сечений, полноту, запас стволов, количество депонируемого углерода и т.п.).

Помимо исследований буковых древостоев в Крыму также проводилось изучение структуры сосновых древостоев и естественного возобновления сосняков проводились в Новгород-Северском Полесье (О. Дудко) и Харьковской области (О. Пономарев).

Исследования с использованием технологии Field-Map в Новгород-Северском Полесье проводились в сосновых древостоях природного происхождения, 50-135 летнего возраста (рис. 6). Комплект Field-Map для картографирования территории состоит из полевого компьютера, электронного компаса, лазерного дальномера-высотомера, вешки с рефлектором. Данные с электронного компаса на полевой компьютер передаются с помощью Bluetooth. Пробные площади закладывались прямоугольной или квадратной формы площадью от 0,4 до 1,0 га. Показатели, которые измерялись на пробных площадях:

**Рис. 6. Картирование горизонтальной структуры природных сосновых насаждений Новгород-Северского Полесья (фото Дудко А.Ф.)**

Для каждого дерева измерялись координаты на участке, горизонтальная проекция кроны (5-6 точек проекции) с помощью лазерного дальномера. Для отдельных деревьев измерялась высота дерева и высота прикрепления кроны с помощью лазерного дальномера. Деревья распределялись по категориям: живое дерево, свежий сухостой, старый сухостой.

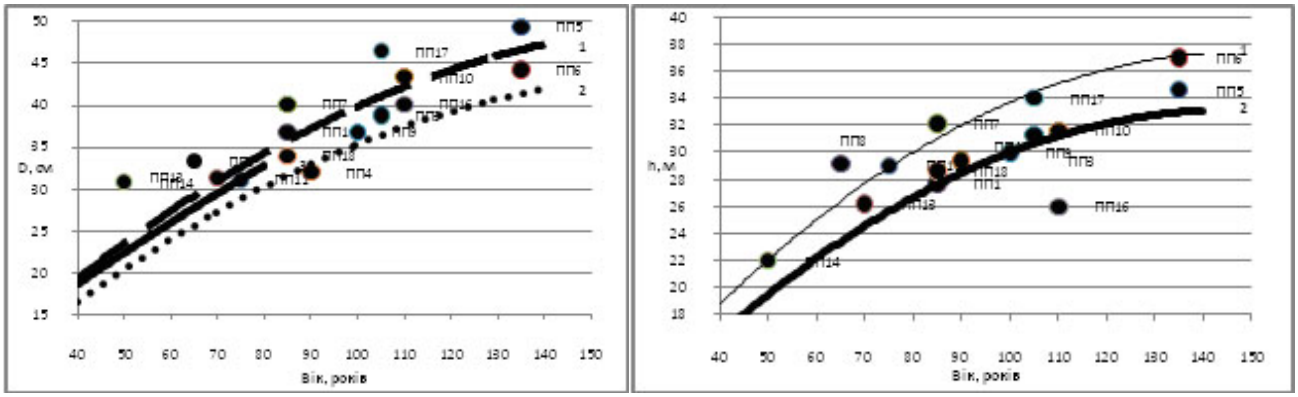



**Рис. 7. Средние диаметры (а) и высоты (б) природных сосновых насаждений в сравнении с показателями таблиц хода роста и программой формирования оптимальных древостоев. 1 – ход роста природных сосновых древостоев 1а бонитета; 2 – ход роста природных сосновых древостоев 1 бонитету; 3 - программа формирования оптимальных сосновых древостоев 1а бонитета.**

Также картировался подлесок, пни, поваленные деревья. Средние значения диаметров на заложенных пробных площадях отвечают показателям хода роста по Iа и I классам бонитета (Рис.7). Как видно из приведенных рисунков, насаждения, в которых закладывались пробные площади преимущественно являются высокопродуктивными и соответствуют по средним таксационным показателям высоким классам бонитету.

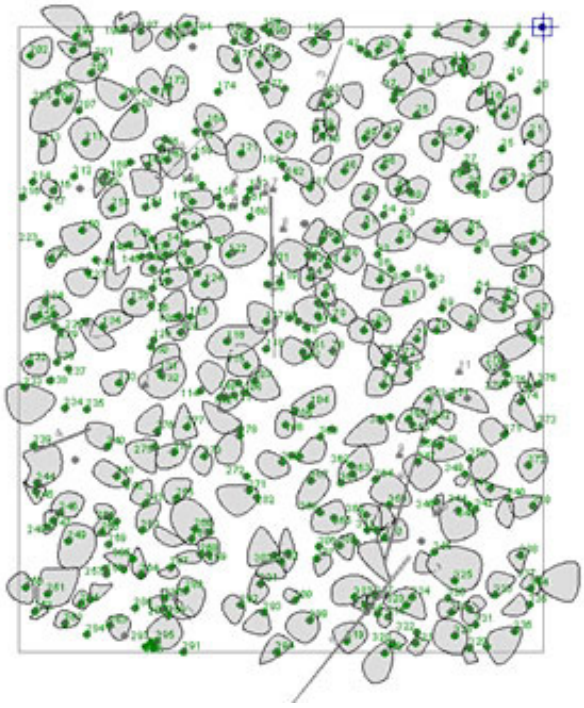


**Рис. 8. а) Узруевское лесничество, кв. 42 выд. 25, А=135 лет; Р=0,83; D=44,3 см; Н=37,0 м; Sпп=0,80 га.**

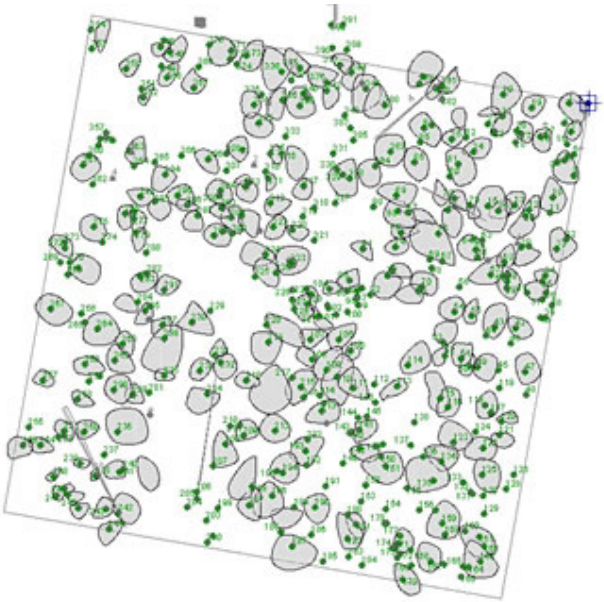


**Рис. 8. в) Узруевское лесничество, кв. 42 выд. 30, А=135 лет; Р=0,61; D=49,4см; Н=34,6 м; Sпп=1,00 га.**

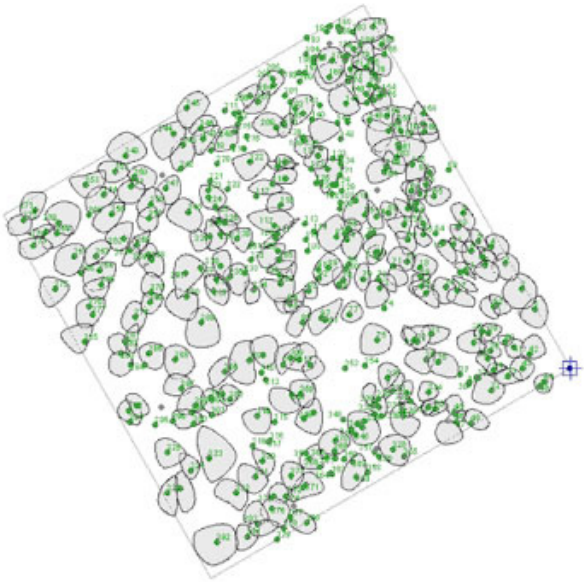


**Рис. 8. б) Очкинское лесничество кв. 55 выд 2, А=110 лет; Р=0,81; D=40,1 см; Н=26,0 м; Sпп=1,00 га.**

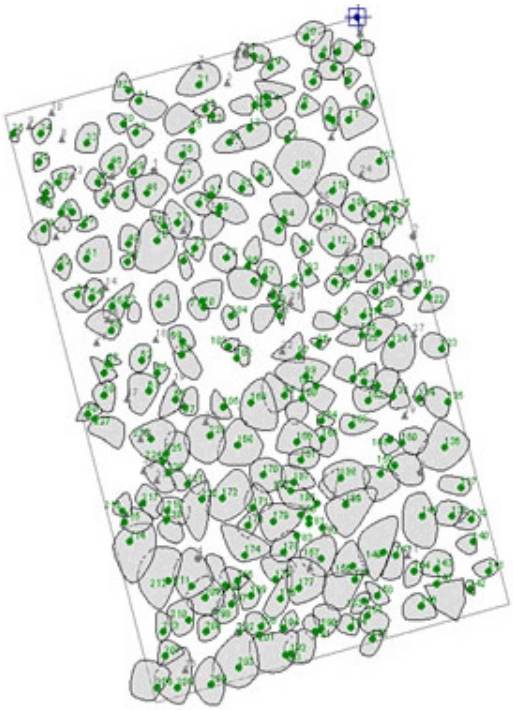


**Рис. 8. г) Радомское лесничество кв. 37 выд. 7, А=75 лет; Р=0,83; D=31,1 см; Н=29,0 м; Sпп=0,50 га.**

С помощью комплекса Field-Map были получены и проанализированы карты, которые отображают горизонтальную структуру естественных древостоев. Цифровые карты горизонтальной структуры насаждений позволяют установить их особенности. На рис. 8 приведена горизонтальная структура четырех пробных площадей. Можно сказать, что характер размещения деревьев в естественных сосновых насаждениях не является одинаковым и определяется особенностями формирования древостоя, что требует дальнейшего исследования данных методами пространственного анализа. Детальный анализ распределения деревьев по ступеням толщины на пробных площадях в естественных насаждениях сосны также показывает, что он существенно меняется в зависимости от состава насаждений, густоты, возраста, хозяйственных мероприятий и т.д.

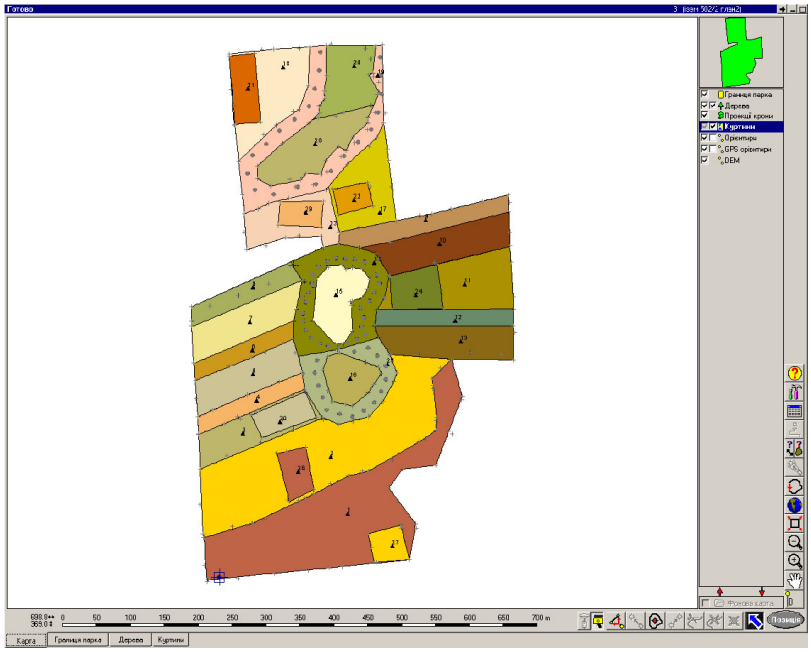


**Рис. 9. Схема опыта по применению разных систем рубок**

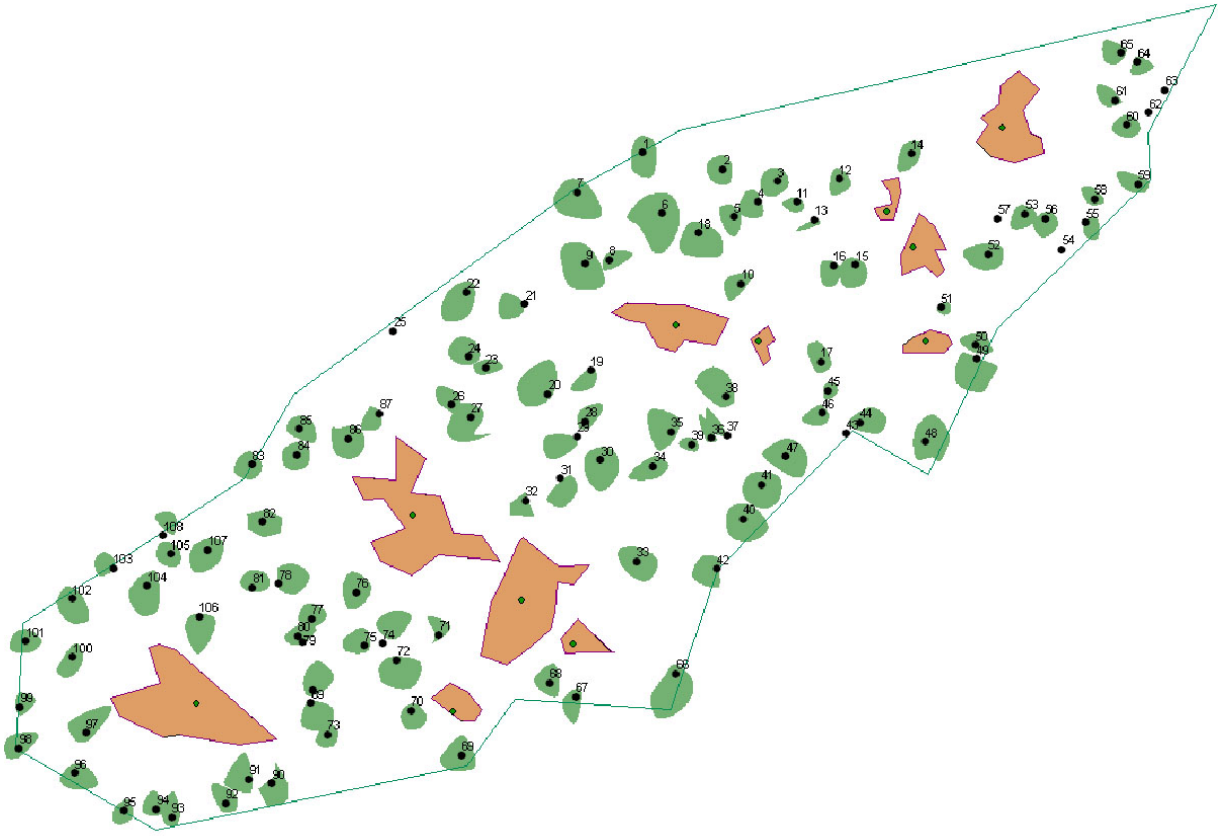


**Рис. 10. Отображение деревьев и куртин естественного возобновления на участке группово-постепенной рубки без нарезки борозд**

Одним из опытных объектов, который детально изучался в Харьковской области являлась пробная площадь по изучению постепенных, выборочных и сплошных рубок в сосновых древостоях ГП «Изюмское лесное хозяйство» [7] (рис. 9, 10).

**Рис. 11. Естественное возобновление после первого приема рубок**

**Рис. 12. Фрагмент насаждения на пробной площади**

Внедрение принципов устойчивого развития обусловливает ведение лесного хозяйства методами и способами, которые обеспечивают, максимально приближенное к природному, переформирование одновозрастных, иногда чистых лесных насаждений, в разновозрастные смешанные, часто – в многоярусные.

Переформирование проводится путем выборочных рубок во всех категориях лесов, начиная с приспевающих древостоев. Одновременно с вырубкой отдельных деревьев или их групп, проводится, при необходимости, также мероприятия по содействию естественному возобновлению (рис. 11). Процесс переформирования происходит поэтапно, по мере проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий для формирования целевого насаждения [2, 5]. В связи с этим актуальным является мониторинг пробных площадей по рубкам переформирования, который наиболее удобно проводить с помощью технологии Field-Map. Такие исследования проведены на Карпатской ЛНИС (Феннич В.С., Кичура А.В., Люлько О.О.).

**Рис. 13. Работа с технологией Field-Map на пробных площадях**

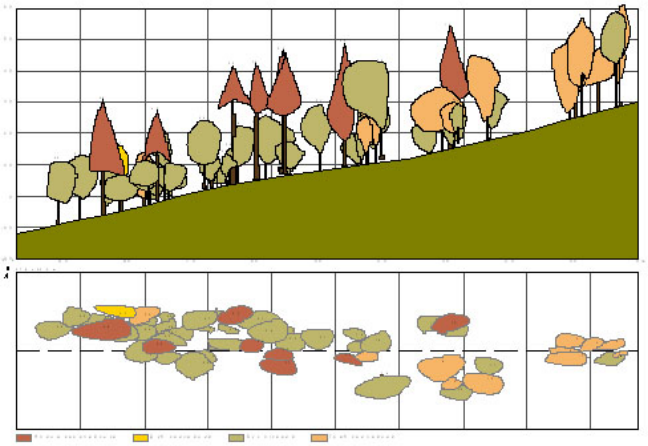


**Рис. 14. Картограмма трансекты пробной площади**

Технология и ход выполнения работ рассматриваются на примере пробной площади № 3, которая заложена в Велико-Добронском зоологическом заказнике государственного значения, квартал 4, выдел 10 государственного предприятия «Ужгородское лесное хозяйство» (рис. 12).

С использованием технологии Field-Map, во время исследований, повторно были измерены характеристики древостоев, естественное возобновление и живой напочвенный покров в окнах, которые образовались вследствие выборочных рубок 2006 года (рис. 13).

Экспериментальные данные нанесены на планово-картографические материалы в электронном виде. Полевые работы проводили на трансектах, проложенных через окна (рис. 14).

С помощью технологии Field-Map было выполнено ряд исследовательских работ экологического и природоохранного характера студентами Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина.

Так, студенты биологического факультета ХНУ им. В.Н. Каразина в рамках учебной исследовательской работы проводили исследование растительности и элементов поселения барсука с применением Field-Map. Работа выполнялась в летний период 2009 г. на территории национального природного парка «Гомольшанские леса» и прилегающих территориях. Работа с ГИС Field-Map позволяет производить описание убежищ млекопитающих в краткие сроки (1-1,5 часа). Это важно при изучении млекопитающих, поскольку время нахождение исследователя возле жилища животного сводится к минимуму, что позволяет снизить фактор беспокойства.

Рассматривали особенности норения барсука, его влияние на растительность в пределах барсучьего городка [4]. Были произведены стандартные геоботанические описания 2 пробных площадей (по 500м2). Изучали: структуру барсучьего городка: расположение, размеры и формы отнорков, их количество. На территории барсучьего городка была апробирована технология Field-Map, как средство для изучения поселений млекопитающих. С использованием ГИС Field-Map было произведено картирование древостоя, однородных участков травостоя, элементов барсучьего городка (отнорки, тропы). С помощью GPS-навигатора были закартированы центры пробных площадок.

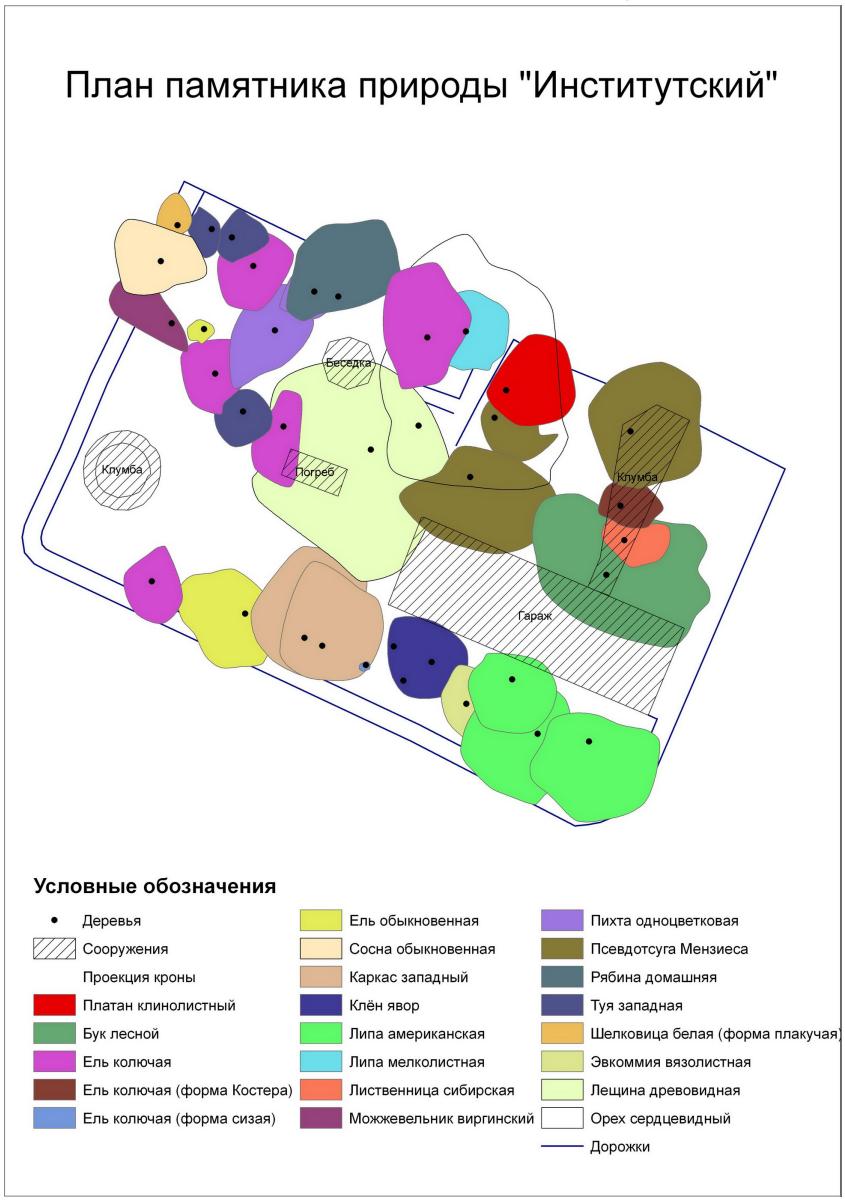



**Рис. 15. План памятника природы «Институтский»**

В ходе исследований барсучьего городка было выяснено, что животное оказывает существенное средообразующее влияние на растительный покров, что связано с роющей и пищедобывающей деятельностью. Применение современных ГИС-технологий и электронных измерительных приборов позволяет оптимизировать исследовательскую работу вблизи поселения барсука, а также продолжить изучение особенностей норения и влияния барсука на лесную растительность в будущем.

В 2008г. рамках дипломной исследовательской работы была произведена инвентаризация и картографирование памятник природы «Институтский» (рис. 15).

Особенностью данного объекта ПЗФ является то, что он расположен в центре г. Харькова [1]. Данная работа открывает широкие перспективы применения технологии в области проведения инвентаризации зеленых насаждений городов.

Исследователи НУБиП Украины (Е.А. Кременецкая, А.Г. Лащенко, В.Н. Тищенко, А.Ю. Терентьєв, А.В. Сагайдак) использовали технологию Field-Map для оценки биоразнообразия лесных насаждений. Пилотный участок размещен на территории ГП „Добрянское лесное хозяйство", в кв. 57, выд. 8.1 Комаровского лесничества, , площадью 2,7 га. Особенностью размещения объекта исследования заключается в его соседстве с болотом Чаботинець, которое является ключевой территорией для сохранения птиц (IBA- территорией) [3].

Данный участок был отведен под сплошную рубку 2008 года. Очевидно то, что в результате удаления ядра консорт (отдельного дерева или совокупности деревьев) все элементы консорт прекратят своё существование. Поэтому актуальной задачей является разработка подхода к выделению особо важных деревьев и участков с целью охраны биоразнообразия животных при проведении рубок.

На данном участке и на смежных лесных территориях 26-27. 04.2007 г. был проведен предварительный учет видового состава птиц и млекопитающих. Учет проводился точечным методом с подробной регистрацией гнезд и убежищ лесных животных. Ключевые деревья и группы деревьев с гнездами птиц отмечались на плане, регистрировалась высота, экспозиция и характер размещения гнезд.

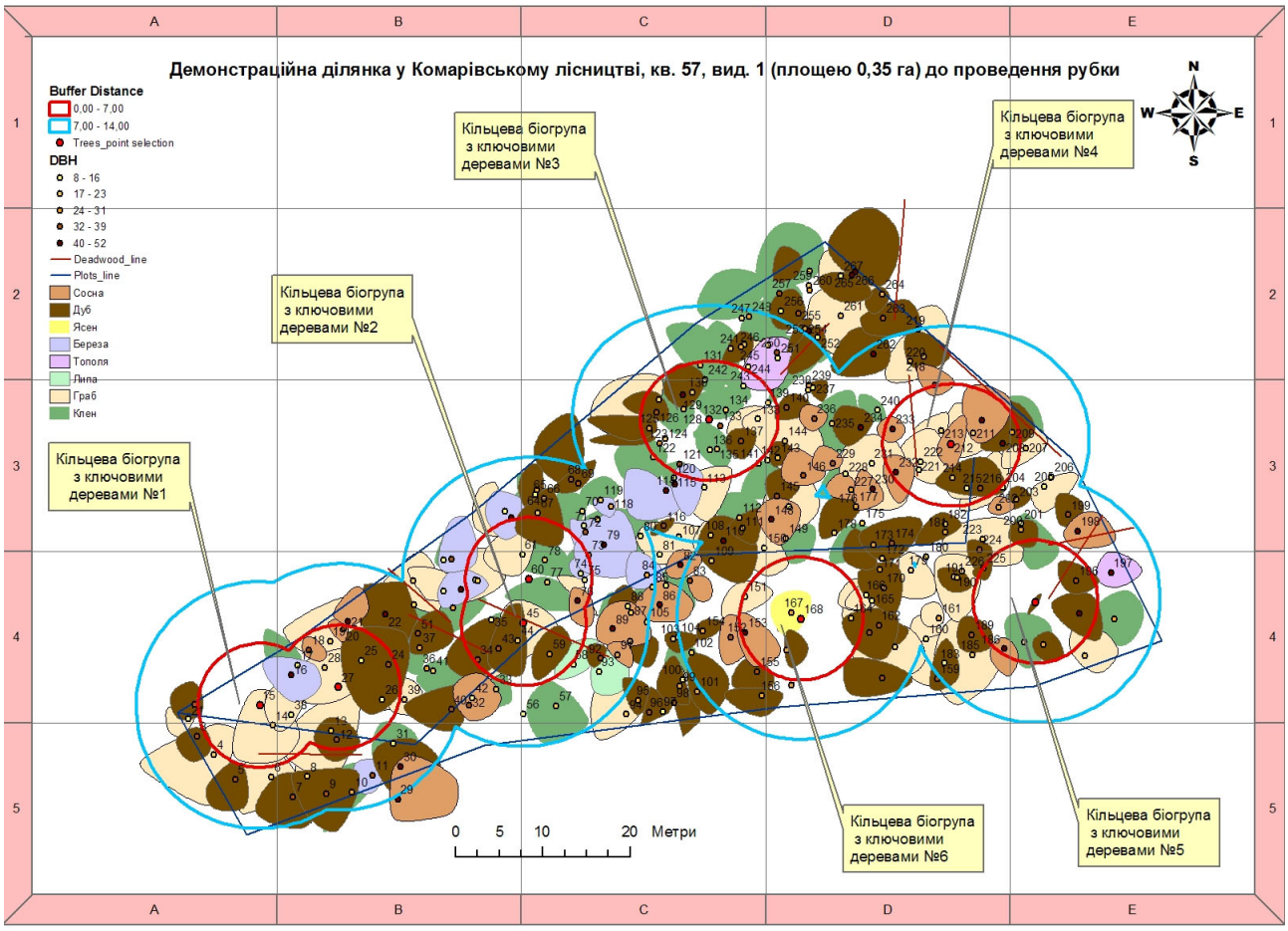



**Рис. 16. А. Демонстрационный участок в кв. 57, выд. 8.1 Комаровского лесничества ГП «Добрянское лесное хозяйство» до рубки**

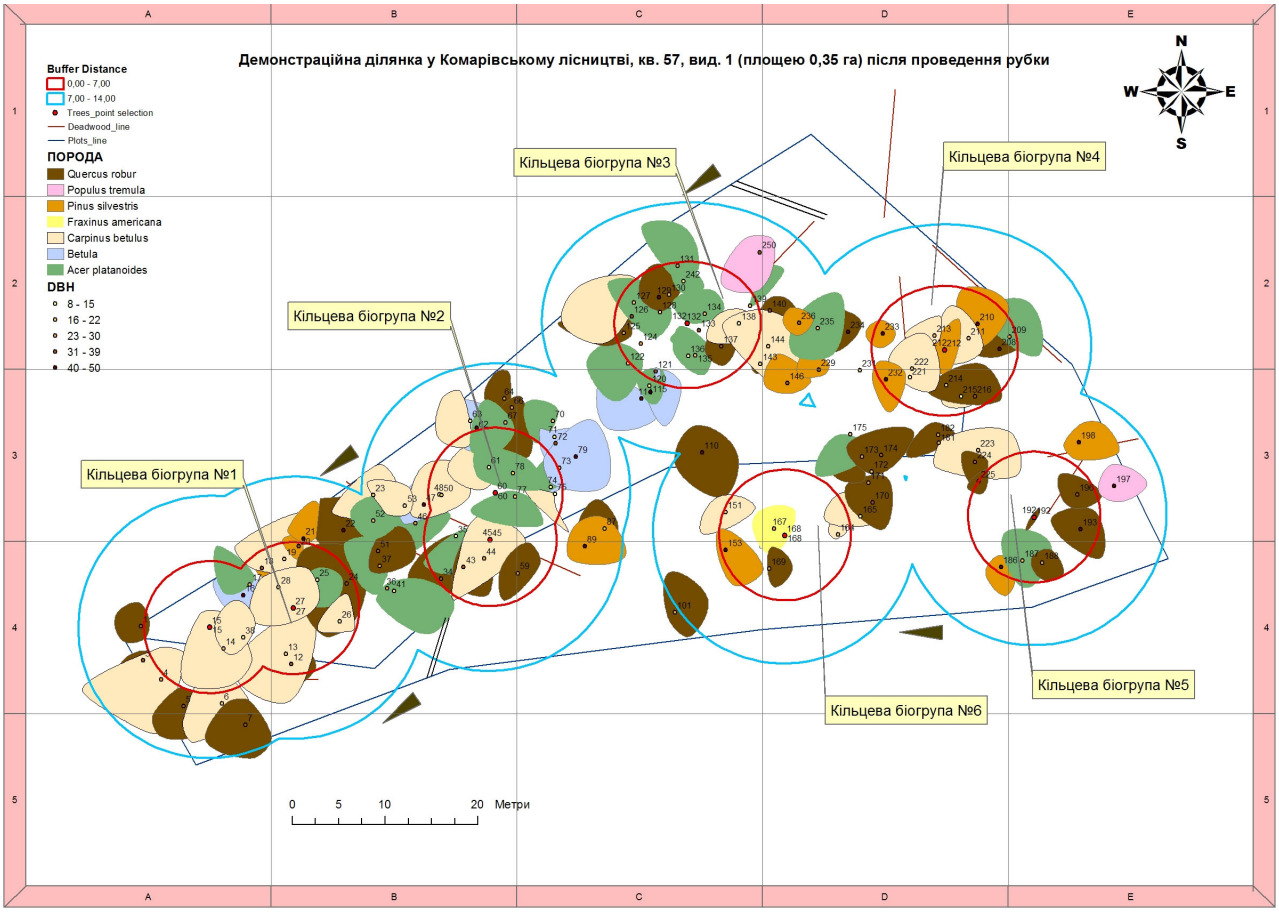



**Рис. 16. Б. Демонстрационный участок в кв. 57, выд. 8.1 Комаровского лесничества ГП «Добрянское лесное хозяйство» после рубки**

Насаждение демонстрационного участка имеют высокие защитные и кормовые качества для многих лесных животных. Об этом свидетельствует высокая представленность в фаунистическом списке группы типично лесных видов (92%) и представителей различных экологических групп по типу питания.

С целью получения полной таксационной характеристики опытного участка использовали систему для сбора данных в полевых условиях с помощью Field-Map. С использованием данной технологии была проведена инвентаризация временной пробной площади с обмером отдельных деревьев, оценкой таксационных показателей древостоя в целом и по отдельным древесными породами. Проведению полевых работ предшествовали камеральные, во время которых была спроектирована структура проекта. Система работы с программным обеспечением обязательно предусматривает применение в комплексе ряда специальных измерительных приборов, а именно: лазерный дальномер-высотомер, электронный компас и полевой компьютер. Измерения таких таксационных характеристик деревьев, как высота, профиль и проекция кроны, диаметр ствола, протяженность живой части кроны дерева и др. осуществляли именно с помощью упомянутых приборов, что при заданной точности, позволяет избежать ошибок связанных с человеческим фактором и субъективизма. Таким образом, на конечном этапе после проведения всех измерений была получена электронная карта с реальными позициями всех модельных деревьев, наличием отдельных тематических слоев с отображением данных позиционных линий и точек участка, деревьев и кустарников, пней и упавших деревьев. Указанная методика позволила автоматически получить такие таксационные показатели древостоя (в том числе, и по отдельным породами): средний диаметр и высоту, сумму площадей поперечных сечений, количество деревьев на 1 га, распределение деревьев по ступеням толщины.

Следует отметить, что для обеспечения сохранения физиологического существования указанных ключевых деревьев, а также для уменьшения фактора беспокойства птиц и млекопитающих следует создавать так называемую двухслойную зону вокруг ключевых деревьев. Зону абсолютной охраны следует обозначать сплошной красной линией на электронной карте крон древостоя в виде кольцевой биогруппы вокруг ключевых деревьев. В зоне абсолютной охраны необходимо оставлять также другие деревья, окружающие ключевые. Буферную зону следует обозначать сплошной голубой линией, в ней целесообразно оставить все деревья, которые являются ценными не только с точки зрения обеспечения спокойствия для животных, кормовой базы зооразнообразия, но и для сохранения фиторазнообразия, наличия источников засевания естественного возобновления. Поэтому количество деревьев, которые необходимо оставить на данном участке (имеется в виду участок площадью 0,35 га, который инвентаризовался с помощью Field-Map) будет намного больше, чем изначальное количество ключевых деревьев на данном участке (площадью 0,35 га). (Рис.16а и б).

**Рис. 17. Постоянная пробная площадь в Скрипаевском учебно-опытном лесхозе**

**Рис. 18. Проведение исследований в ольховых древостоях**

**Рис. 19. Работа с полевым компьютером на экологическом профиле**

В ходе проведения данной работы были сделаны следующие выводы:

1. На примере данного демонстрационного участка продемонстрировано ценность различных категорий деревьев для сохранения птиц и млекопитающих, которые имеют международный и национальный охранный статус.

2. Учитывая высокий природоохранный статус, был заменен сплошнолесосечный способ рубки главного пользования в кв. 87, выд. 8.1 Комаровского лесничества ГП „Добрянское лесное хозяйство“ на лесовосстановительную рубку с оставлением во время рубки отдельных ключевых деревьев и групп деревьев для обеспечения сохранения разнообразия редких видов птиц и млекопитающих. Во время проведения данной рубки можно соединить элементы рубок главного пользования и рубок ухода.

3. Картирование участка древостоя с помощью программно-технологического комплекса Field-Map позволяет выделить на плане ядра биоразнообразия и коридоры между ними с последующим их сохранением.

**Рис. 20. Закладка круговых пробных площадей**

В Харьковском Национальном аграрном университете технология Field-Map использовалась при исследованиях на стационарных объектах лесохозяйственного факультета ХНАУ в Скрипаевском учебно-опытном лесхозе (Рис. 17) и в работе аспирантов кафедры лесоуправления и лесоэксплуатации для закладки пробных площадей и анализа структуры насаждений, в частности: Бугайов С.М. – тема диссертации «Особливості формування та хід росту вільхових деревостанів Лівобережного Лісостепу України» (рис. 18); Назаренко В.В. – тема диссертации «Лісівничо-екологічний макрокомплекс та групування типів лісу Слобожанського району Придонецького сектора». (Рис. 19).

Технология Field-Map широко используется студентами и преподавателями лесохозяйственного факультета (ЛХФ) национального лесотехнического университета Украины (НЛТУУ, г. Львов). В основном, ГИС-технологию применяли во время сбора экспериментальных данных в рамках исследований на стационарных мониторинговых объектах, разработке научных тем бюджетного и хоздоговорных финансирования, научных грантовых программ.

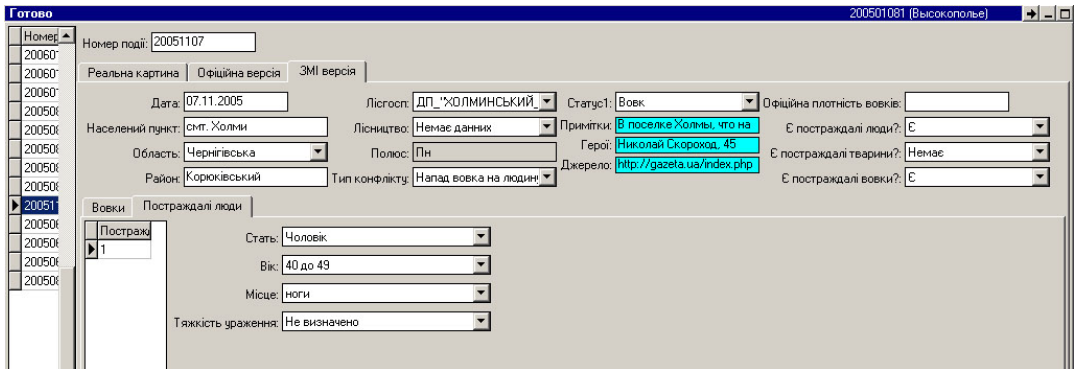



**Рис. 21. Форма ввода данных Б.Д. «Мониторинг конфликтов волк-человек»**

Особенно эффективной оказалось использование технологии в сложных горных регионах Карпат. Положительный опыт использования Field-Map был получен при проектировании и отводе сети лесных дорог. По результатам исследований было опубликовано ряд публикаций.

Помимо того, Field-Map используется во время полевых исследований аспирантов и докторантов ЛХФ НЛТУУ. Результаты обработки полевых данных с помощью модуля Field-Map Inventory Analyst освещены в диссертационной работе „Вибіркова інвентаризація лісових насаджень Верхньодністровських Бескидів“ на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук (диссертант - Р. Р. Вицега) (рис. 20).

Кроме использования в полевых исследованиях, программный комплекс может быть эффективно использован в камеральных условиях. Следует заметить, что сфера применения Field-Map может быть довольно далёкой от привычного для многих её использования в лесном хозяйстве или лесоводственных исследованиях. Так, например, с помощью программного обеспечения Field-Map была разработана и реализована структура базы данных «Мониторинг конфликтов волк-человек» [9]. В Field-Map Project Manager была создана структура БД, производилась её отладка и коррекция. В Field-Map Data Collector выполнялся ввод данных, их просмотр и редактирование (рис. 21).

К БД были разработаны и реализованы запросы на языке SQL, позволяющие быстро и эффективно обрабатывать большой массив данных. Вот примеры некоторых запросов: количе-

ство конфликтных ситуаций по годам, количество конфликтных случаев по областям, количество конфликтов по месяцам. По мнению авторов, ведение такой базы данных позволит оптимизировать менеджмент популяцией волка в Украине, и что особенно важно – снизить напряженность соседства волка и человека.

Широкий спектр возможностей применения технологии Field-Map в лесных, садово-парковых и природоведческих исследованиях свидетельствует о большом потенциале этой технологии для решения разноплановых исследовательских задач.

## Литература


1. Букша О.И. Применение передовых технологий для исследований дендрофлоры объектов природно-заповедного фонда / О.И. Букша // Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 435-436.

2. Кічура В.П. Шляхи вдосконалення лісогосподарської діяльності в зоні розташування Карпатського біосферного заповідника / В.П. Кічура, А.В. Кічура // Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2004. – Т. 20. – С. 59 – 63.

3. Кременецька Є.О. Методологічні підходи щодо збереження ключових помешкань лісових тварин під час проведення рубок лісу / Є.О. Кременецька, В.М. Тищенко, А.В. Сагайдак // Лісове та мисливське господарство: сучасний стан та перспективи розвитку. Збірник наукових статей учасників Міжнародної науково-практичної конференції 27-29 листопада 2007 року. Том 1. – Житомир: Державний агроекологічний університет, 2008. – С. 110-114.

4. Мушик И.В. Исследование растительности и элементов поселения барсука в НПП «Гомольшанские леса» с применением полевой ГИС «Field-Map» / И.В. Мушик, Д.В. Сорокин, А.С. Малышко, В.Ю Яроцкий // Біологія: від молекули до біосфери : матеріали IV міжнар. конф. молодих науковців, 17-21 листопада 2009 р. : тези доповідей. — Х., 2009. — С. 341–342.

5. Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах/ М.В. Чернявський, Р. Швіттер, Р.В. Ковалишин, А.І. Угрин, В.С. Феннич та ін.; За ред. М.В. Чернявського – Львів : ЛА «Піраміда», 2006. – 88 с.

6. Роговий В.І. Поширення та таксономічне положення бука (Fagus L.) в Криму / В. І. Роговий, Ю.В. Плугатар // Вісник Прикарпатського університету ім. Василя Стефаника. Серія Біологія. – Івано-Франківськ: 2007. – Вип. VII – VIII. – С. 90-93.

7. Тарнопільська О.М. Лісівнича ефективність заходів щодо відтворення природних сосняків Ізюмського пристепового бору / О. М. Тарнопільська, В. О. Манойло, О. А. Пономарьов // Лісівництво і агролісомеліорація

Х. : УкрНДІЛГА, 2009. – вип. 115. – С. 120-127.

8. Ткач В. П. Моделювання ходу росту букових деревостанів Криму / В. П. Ткач, В. І. Роговий, В. П. Пастернак // Лісівництво і агролісомеліорація. – Х. : УкрНДІЛГА, 2009. – Вип. 115. – С. 80–89.

9. Яроцький В.Ю. Використання електронної бази даних для моніторингу конфліктних ситуацій «вовк-людина» / В.Ю. Яроцький, М.І. Букша, М.О. Ларшина // Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 460-462.

# Подготовка лесных специалистов

В связи с возрастающими требованиями к качеству и содержанию информации о природных объектах и, в частности – о лесных экосистемах, соответственно возрастают и требования к уровню подготовки в области современных технологий для специалистов лесного хозяйства, биологии, охраны природы. Поэтому появилась необходимость информировать студентов лесных ВУЗов о возможностях использования передовых технологий в лесном хозяйстве: лесоустройстве, инвентаризации и мониторинге лесов, садово-парковом хозяйстве.

**Рис. 1 Презентация технологии Field-Map на Всеукраинской студенческой олимпиаде высших учебных заведений по специальности «Лесное хозяйство»**

Field-Map – полноценная географическая информационная система, разработанная для применения в области лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтных работ. Базовые функции Field-Map позволяют ему занимать достойное место в ряду полнофункциональных ГИС и при этом, наличие в Field-Map специальных функций для проведения измерений в указанных предметных областях создают хорошие предпосылки для его использования в процессе обучения студентов лесных, садово-парковых и природоохранных специальностей.

В начале реализации проекта ТехИнЛес для студентов лесных ВУЗов Украины были сделаны презентации электронного оборудования и возможностей технологии Field-Map во время Всеукраинской студенческой олимпиады высших учебных заведений по специальностям «Лесное хозяйство» и «Землеустройство и кадастр», которая проходила в Харьковском национальном аграрном университете (апрель 2005 и 2006 гг.).

Презентации технологии Field-Map были также сделаны для студентов естественного факультета Харьковского педагогического университета и студентов биологического факультета Харьковского национального университета летом 2005 г. во время проведения полевых работ по инвентаризации лесов в НПП «Гомольшанские леса». Проведены семинары в Национальном лесотехническом университете Украины (г. Львов, 13-14.04.2006) (Рис. 2), учебно-научном институте лесного и садово-паркового хозяйства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев, 23.05.2006) (Рис. 3) и Харьковского национального аграрного университета (г. Харьков, июнь 2006 г.) (Рис. 4) на котором обсуждались возможности и перспективы использования технологии и оборудования Field-Map в программе обучения лесных ВУЗов.

**Рис. 2. Семинар по применению технологии Field-Map в НЛТУУ**

Для преподавателей и аспирантов университетов было проведен краткий обучающий курс по работе с технологией Field-Map (рис. 5).

**Рис. 3. Семинар по применению технологии Field-Map в НУБиПУ**

В учебно-научном институте лесного и садово-паркового хозяйства Национального Университета биоресурсов и природопользования Украины Field-Map изучают студенты двух специальностей – Лесное хозяйство и садово-парковое хозяйство, специализаций: лесоустройство, менеджмент лесных ресурсов и лесное предпринимательство, теоретические основы мониторинга и уменьшение рисков лесных пожаров, менеджмент в садово-парковом хозяйстве.

Материал по технологии Field-Map был включен в учебные планы профильных учебных дисциплин с целью ознакомления студентами и качественной подготовки квалифицированных кадров по вопросам использования геоинформационных технологий в лесном и садово-парковом хозяйствах.

За время использования технологии Field-Map студентами лесохозяйственного факультета, а также факультета садово-паркового хозяйства Учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства (УНИЛиСПХ) НУБиП Украины в образовательных целях в рамках дисциплин „ГИС-технологии в лесном хозяйстве“ и „ГИС-технологии в садово-парковом хозяйстве“ в рамках специализаций „Менеджмент лесных ресурсов и лесное предпринимательство“, „ Лесоустройство“ и „Административный менеджмент“ было прослушано в общей сложности 17 курсов по очной и заочной формам обучения на кафедре лесного менеджмента.

**Рис. 4. Передача технологии ХНАУ им. В.В. Докучаева**

За время проведения проекта и с момента внедрения технологии Field-Map в учебный процесс (с 2006 по 2009 годы) было выпущено 117 человек.

Следует отметить, что кроме часов, отведенных на изучение технологии на лекционных занятиях, непосредственная работа с оборудованием проводилась на практических занятиях (рис. 6), а также при подготовке студентами курсовых проектов с помощью инструментария Field-Map (52 ч. в 2007 г.; 74 ч. в 2008 г.; 160 ч. в 2009г.) из общего количества часов.

**Рис. 5 Изучение технологии Field-Map преподавателями университетов**

В НЛТУУ технология нашла широкое применение на кафедре лесной таксации и лесохозяйственном факультете. ГИС Field-Map использовалась в учебном процессе при подготовке специалистов лесоэкологического профиля. Следует указать, что возможности использования этого комплекса рассматривались на лекционных и лабораторно-практических

**Рис. 6. Проведение практических занятий со студентами УНИЛиСПХ**

занятиях следующих дисциплин бакалаврского уровня: лесная таксация, ГИС в лесном хозяйстве, ГИС в экологии, компьютерное проектирование, паркоустройство. Учебными планами по подготовке специалистов лесного и садово-паркового хозяйства и экологии предусмотрено использование Field-Map по дисциплине современные компьютерные технологии на магистерском образовательно-квалификационном уровне подготовки. Для надлежащего изучения дисциплины и изложения материала был оборудован компьютерный класс, разработана тематика лабораторно-практических работ (индивидуальные задания, объекты полевых исследований), разработан комплект контрольных (модульных) работ. Всего за время использования технологии Field-Map с ней ознакомились более 300 человек.

На должном уровне подготовлены методическое обеспечение (выполнен перевод Field-Map Tutorial, 2007 г.), подготовлено материал к практикумам по ГИС Field-Map и видео-презентации (2009 г.), опубликовано статьи в периодических профессиональных изданиях лесного профиля (2007-2010 гг.). Учитывая функциональность и практичность ГИС-технологии Field-Map, а так же ее внедрение в производство на лесохозяйственных предприятиях существует перспектива внесения определенного количества часов для изучения ГИС

Field-Map в учебные планы следующих дисциплин:

- ГИС в лесном хозяйстве (электронные карты);
- Лесная таксация (продольный профиль стволов, сортиментация запаса);
- Лесная инвентаризация (выборочная, по ходовым линиям, база данных);
- Лесоустройство (планы лесонасаждений, проектирование мероприятий);
- Паркоустройство (паспортизация, размещение деревьев, горизонтальная и вертикальная структура, дорожки, малые архитектурные формы);
- Лесной мониторинг (методы закладки пробных площадей, динамика состояния лесных насаждений);
- Цикл выборочных специализированных дисциплин.

**Рис. 7. Учебная практика с Field-Map в Карпатах**

Следует отметить также использование технологии студентами ЛГФ во время прохождения учебных практик по вышеуказанным дисциплинам. В зависимости от программы определенной дисциплины во время полевой практики студенты имели возможность научиться использовать Field-Map в полевых условиях (Рис. 7).

Значительное количество студентов использовало технологию при сборе полевого материала для выполнения дипломных проектов, используя полученные знания и навыки. За период 2007-2009 гг. более 20 человек подготовили дипломные проекты, используя при этом Field-Map. Как правило, тематика дипломных работ касалась исследования лесотаксационных вопросов.

В Харьковском национальном аграрном университете им. В.В. Докучаева технология Field-Map используется на кафедре лесоуправления и лесоэксплуатации при подготовке студентов по дисциплинам: лесная таксация (4 часа), лесоустройство (2 часа), управление природоохранной деятельностью и мониторинг лесных экосистем (2 часа), новые информационные технологии (2 часа).

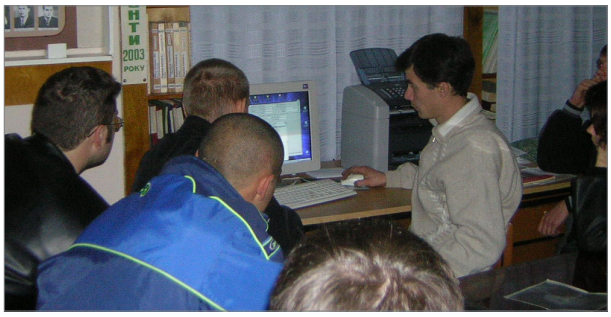


**Рис. 8. Практическое занятия по лесоустройству с использованием технологии Field-Map**

При этом рассматриваются такие темы:

- возможности использования технологии Field-Map для закладки пробных площадей, оценки сортиментной структуры древостоев;
- структура и формирование повыдельной базы данных лесного фонда (рис. 8);
- база данных мониторинга, проектирование сети и проведение измерений на участках мониторинга;
- Field-Map, как пример полевой ГИС технологии.

Оборудование и технология используется для решения прикладных задач по дисциплинам, а ГИС Field-Map служит прототипом для изучения общих понятий геоинформационных систем, поскольку содержит основные компоненты ГИС.

Кроме того, технология Field-Map используется при проведении учебной практики по лесной таксации для закладки пробных площадей, оценки сортиментной структуры при отводе лесосек, таксации лесных массивов (Рис. 9).

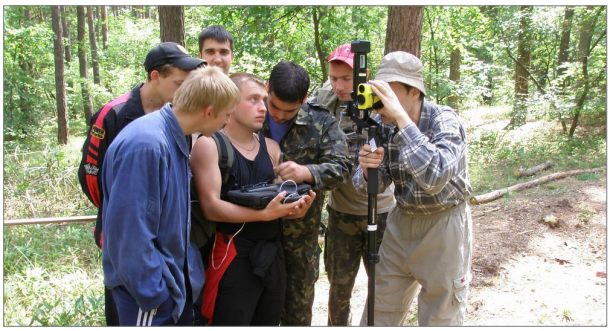


**Рис. 9 Использование технологии Field-Map при проведении учебной практики в ГП Скрипаевское УОЛХ**

Для проведения учебной практики подготовлены проекты со стандартным набором атрибутов. Использую существующую повыдельную базу данных лесоустройства, в программе Field-Map сформирована объектная база данных соединенная с картографией по Скрипаевскому учебно-опытному лесхозу. Для проведения занятий, учебной практики и выполнения дипломных проектов изданы методические указания.

Всего за период 2005-2010 гг. с технологией Field-Map в ХНАУ ознакомились более 200 студентов.

**Рис. 10 Сбор полевых данных для дипломного проекта по озеленению**

Технология использовалась подготовке дипломных проектов: по оценке структуры насаждений, сортиментной и товарной структуре древостоев, мониторингу лесов, проектированию создания и реконструкции объектов озеленения (Рис. 10).

При выполнении проектов по озеленению с помощью технологии Field-Map в частности выполняются такие задачи: проводится подробная съемка территории; картирование деревьев и их крон; формируется база данных по оценке состояния древесно-кустарниковой растительности. На основе анализа картографической и подеревной баз данных намечаются мероприятия по улучшению состояния объекта.

# Список публикаций поготовленных в рамках проекта ТехИнЛес

## 2004

Букша И.Ф. (2004) *Передовые измерительные технологии для лесного хозяйства,* Международный информационно-технический журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов». – 2004. – №5 (52). – С.4-6.

Букша И.Ф. (2004) *Современные технологии инвентаризации и мониторинга лесов* Международный информационно-технический журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов». –2004. – №3(50). – С.8-9.

Одинцов А.В. (2004) *Перспективы использования передовых измерительных технологий в мониторинге и инвентаризации лесов* "Леса Евразии - Восточные Карпаты" – Материалы IV Международной научной конференции молодых ученых, посвященной академику П.С. Погребняку. - М.: МГУЛ, 2004. – С. 75-76.

## 2005

Мартин Черны, Игорь Букша (2005) *Field-Map (Полевая Карта) – передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения.* М-лы международной юбилейной научной конференции, посвященной 75-летию со дня основания УкрНИИЛХА (30-31 марта 2005 р., г. Харьков). – Харьков. – 2005. – С. 84-85.

Букша И.Ф., Пастернак В.П., Черны М. (2005) *Возможности применения полевой ГИС-технологии "Field-Map" для решения задач мониторинга и инвентаризации лесов.* М-лы регионального совещания "Возможности современных ГИС/ДЗЗ-технологий в содействии решения проблем Слобожанского региона". – Суми. – 2005. – С. 26-27.

Букша И.Ф., Мартин Черны (2005) *Возможности использования передовой технологии "Field-Map" при решении задач дистанционного мониторинга и инвентаризации лесов.* М-лы 3-й межрегионального совещания «Возможности космических технологий инвентаризации лесных и водных ресурсов западных областей Украины», Львовская область, поселок Славск, 14-19 февраля 2005 р.

Ткач В.П., Букша И.Ф. (2005) *О семинаре проекта ТехИнЛес «Передовые технологии инвентаризации и мониторинга лесов».* Оборудование и инструмент для профессионалов, 2005 – №1(60), с.72-73.

Букша И.Ф., Пастернак В.П. (2005) *Состояние и актуальные вопросы развития мониторинга лесов в Украине.* М-лы международной научно-практической конференции «Научные основы ведения устойчивого лесного хозяйства», посвященной 80-летию со дня рождения П.С.Пастернака. – Ивано-Франковск. – 2005. – С.74-76.

Букша И.Ф., Пастернак В.П. (2005) *Инвентаризация и мониторинг парниковых газов в лесном хозяйстве.* – ХНАУ. – Харьков. – 2005. – 125 с.

Букша И.Ф., Пастернак В.П. (2005) *Возможности проведения проектов совместного выполнения в лесном хозяйстве Украины.* Тезисы международной конференции по проектам СО в Украине «Изменение климата и бизнес». – Киев. – 2005. – С.92-93.

Букша И.Ф. (2005) *Перспективы международного сотрудничества в лесном хозяйстве Украины.* Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2005. – № 3 (62). С.4-7.

Букша И.Ф. (2005) *Чешско-украинский проект «ТЕХИНЛЕС»: передовые технологии для лесного хозяйства и охраны природы.* Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2005. – № 11. – С.88-91.

Мартин Черны, И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Радек Русс (2005) *Информационный стандарт для лесного хозяйства Украины – основа интеграции данных и развития ГИС.* Лесоводство и агролесомелиорация. – Харьков – 2005. – вып. 108. С.9-16.

Букша И.Ф. (2005) *Современные информационные технологии в проекте «ТехИнЛес».* Лесной и охотничий журнал. – Киев. – 2005. – №6. с.14.

Черны М., Букша И.Ф., Пастернак В.П. , Русс Р. (2005) *Усовершенствование системы информационного обеспечения лесного хозяйства на основе внедрения информационного стандарта.* Wood business. – 2005.

Букша И.Ф., Мешкова Т.С. (2005) *Инвентаризация и мониторинг лесов национального природного парка "Гомольшанские леса" с использованием полевой ГИС "Field-Map".* Сборник тезисов докладов III международной научно-практической конференции „Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов " (Днепропетровск, Украина, 3 – 8 октября 2005 р.).

## 2006

Черны М., Букша И., Пастернак В. (2006) *Использование полевой геоинформационной системы Field-Map в лесном хозяйстве и охране природы.* Геоінформатика. – Київ. – 2006.

Букша И.Ф., Русс Р., Мешкова Т.С., Пастернак В.П., Черны М. (2006) *Инвентаризация и картографирование зеленых насаждений с помощью полевой ГИС Field-Map.* «Ландшафтный дизайн+» – Москва – 2006.

Ткач В.П., Черни М., Букша И.Ф. (2006) *Перспективы применения современных технологий сбора и обработки информации в лесном хозяйстве.* Лесной и охотничий журнал. – Киев. – 2006.

Букша І., Черни М. (2006) *Передові технології у лісовому господарстві України*, Лісовий і мисливський журнал. – 2006. - №6. с. 18-19.

Букша І.Ф. (2006) *Держкомлісгосп запроваджує сучасні інформаційні технології в лісовому господарстві*, Департамент комунікацій влади та громадськості Секретаріату Кабінету Міністрів України 18.12.2006, 16:14, веб-портал Кабінету Міністрів України http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=59086064

Букша І.Ф. (2006) *Удосконалення системи інформаційного забезпечення лісового господарства і охорони природи на основі передових технологій моніторингу та інвентаризації лісів*, Мат-ли II Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення" 11 – 15 вересня 2006 р., Алушта. – Том 2. – С. 44-49.

Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мєшкова Т.С., Букша М.І. (2006) *Лісівничо-таксаційна оцінка та картування деревостанів за допомогою польової ГІС "Field-Map"* Мат-ли міжнарод. конф. "Лісівництво України в контексті світових тенденцій розвитку лісового господарства" – Львів: НЛТУ України, 2006. – С. 198-199.

Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мєшкова Т.С., Русс Р., Черни М. (2006) *Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку „Гомільшанські ліси"* Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2006. – вип. 109. – С.111-116.

Букша, И.Ф., Пастернак, В.П., Мешкова Т.С. (2006) *Оценка ландшафтного и биологического разнообразия лесов национального природного парка «Гомольшанские леса» с помощью полевой ГИС Field-Map,* Мат-ли IV міжнародної науково-практичної конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія», частина II, 23-24 травня 2006 р., Харків – С.34-40.

Черны М., Левкивский М., Букша И., Вопенка П. (2006) *Определение густоты сети проб для выборочно-статистической национальной инвентаризации лесов Украины,* Науковий вісник НАУ. – Київ. – 2006. - №103. - С. 163-172.

Миклуш С.І., Вицега Р.Р., Черни М. (2006) *Статистична інвентаризація насаджень Верхньодністровських і Сколівських Бескид* Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. - Харків : С.А.М., 2006. - Вип. 109. - С. 117-126

## 2007

Martin Cerny, Jana Beranova, Igor Buksha (2007) *TechInLes projekt zahraniční rozvojové spolupráce na Ukrajině* Lesnicka prace, No5. – 2007. – P.31-23.

Букша И.Ф., Пастернак В.П., Мешкова Т.С., Букша М.И. (2007) *Применение передовых технологий для мониторинга ландшафтного и биологического разнообразия лесов при создании экологических сетей* Збірник тез конференції «Дніпровський екологічний коридор: сучасний стан, проблеми та перспективи». - Чорноморська програма "Ветландс Інтернешнл". – 2007. – С. 25.

Букша И.Ф., Черны М. (2007) *Полевая ГИС «FIELD-MAP» в Украине: применение передовой технологии в лесном хозяйстве, озеленении и охране природы* М-лы Международной конференции пользователей ESRI в Украине «ГИС в управлении территориальным развитием» (28.05- 2.06. 2007 г.) Ялта. – 2007 – С. 24-28.

Букша И.Ф., Черны М. (2007) *Применение полевой ГИС Field-Map в лесном хозяйстве Украины* «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве». – М.:МГУЛ. – 2007. – С.24-28.

Букша І.Ф. (2007) *Застосування передових технологій у лісовпорядкуванні, інвентаризації та моніторингу лісів: нові можливості для збору і аналізу лісотипологічної інформації* Матеріали XI Погребняківських читань «Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку» (10-12 жовтня 2007 р., м. Харків, УкрНДІЛГА). – 2007. – С.44-45.

Букша І.Ф. (2007) *Польова ГІС FIELD-MAP - передова технологія для моніторингу лісів* М-ли другої міжнародної науково-практичної конференції «Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення (24 - 28 вересня 2007 р., АР Крим, м. Коктебель). – 2007. – С.88-89.

Букша І.Ф., Пастернак В.П., Букша М.І. (2007) *Автоматизація збору та управління інформацією в польових умовах на основі передової технології FIELD-MAP* Управління розвитком: збірник наукових статей ХНЕУ. – №7. - М-ли Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегії ІТ-технологій в освіті, економіці та екології», 15-16 листопада 2007 р. – Харків. – 2007. – С. 89-90.

Букша М.И. (2007) *Обоснование выбора программного обеспечения для управления базами данных мониторинга лесов Украины* Управління розвитком: збірник наукових статей ХНЕУ. – №7. - М-ли Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегії ІТ-технологій в освіті, економіці та екології», 15-16 листопада 2007 р. – Харків. – 2007. – С.97-98.

Вицега Р. Р. (2007) *Статистическая лесоинвентаризация Бескид с использованием ГИС-технологий* «Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития»: междунар. науч.-практ. конф., (5-7 сент. 2007 г.). - Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2007. - С. 40-43.

Любчич М.В., Букша І.Ф., Пастернак В.П. (2007) *Застосування сучасних технологій для підвищення ефективності використання лісових ресурсів* Тези наукової конференції, присвяченої 85-річчя з дня народження Б.Ф.Остапенка. – Харк. нац. аграр. ун-т ім.В.В. Докучаєва – Харків. – 2007. – С.77-78.

## 2008

Igor Buksha (2008) *Informational needs for sustainable forest management in Ukraine and necessity to develop forest monitoring and national forest inventory* Forest ecosystems in a changing environment: Identifying future monitoring and research needs. Abstract of COST Strategic Workshop in Istanbul, Turkey (11-13.03.2008). – 2008. – p.78.

Бугайов С.М., Колесник С.О., Малик С.М. (2008) *Використання польової ГІС Field-Map для оцінки структури та продуктивності вільхових насаджень Лівобережного лісостепу України* Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 434-435.

Букша И.Ф. (2008) *Актуальные проблемы мониторинга и национальной инвентаризации лесов в Украине* Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы международной научной конференции, Минск, 22 – 26 сентября 2008 г. / ИЭБ им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2008. – с. 12-14.

Букша И.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Букша М.И. (2008) *Применение полевой ГИС-технологии Field-Map в ландшафтном строительстве для инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений,* Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях: Сб. статей. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – С. 93-100.

Букша И.Ф., Черны М., Пастернак В.П., Букша М.И. (2008) *Применение полевой ГИС "Field-Map" для мониторинга лесной растительности,* Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы международной научной конференции, Минск, 22 – 26 сентября 2008 г. / ИЭБ им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2008. – с. 14-17.

Букша І. Ф., Бутрим О. В., Пастернак В. П. (2008) *Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства.* – Х. : ХНАУ, 2008. – 232 с.

Букша І.Ф., Пастернак В.П. (2008) *Використання сучасних технологій для контролю стану лісових екосистем,* Збірник наукових статей IV Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення", м. Алушта, АР Крим, Україна, 8-12.09.2008, том II. – Харків. – 2008. – 141-143.

Букша І.Ф., Пастернак В.П., Букша М.І. (2008) *Досвід та перспективи застосування передових технологій для покращення інформаційного забезпечення лісового сектора Закарпаття,* Матеріали регіональної наради "Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Закарпаття". - м. Ужгород. – 11.12. 2008. – С. 15-18.

Букша І.Ф., Черни М., Пастернак В.П., Левківський М.П. (2008) *Застосування польової ГІС Field-Map у лісовпорядкуванні,* Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та лісовпорядкуванні» м. Ужгород. Перечин. – Тур-Прес. - 2008. – С. 36-40.

Букша О.И. (2008) *Применение передовых технологий для исследования дендрофлоры объектов природно-заповедного фонда,* Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 435-436.

Кравченко А.Е. (2008) *Применение программных ГИС продуктов для мониторинга лесов Украины,* Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 439-440.

Кременецька Є.О., Тищенко В.М., Сагайдак А.В. (2008) *Методологічні підходи щодо збереження ключових помешкань лісових тварин під час проведення рубок лісу,* Лісове та мисливське господарство: сучасний стан та перспективи розвитку. Збірник наукових статей учасників Міжнародної науково-практичної конференції 27-29 листопада 2007 року. Том 1. - Житомир: Державний агроекологічний університет, 2008. – С. 110-114.

*Любчич М.В., Букша І.Ф., Пастернак В.П. (2008) Обгрунтування принципів відбору модельних дерев для встановлення сортиментно-гатункової структури деревостанів,* Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків – 2008. – вип. 114. – С.74-79.

Пастернак В.П., Букша І.Ф., Ткач Л.І., Назаренко В.В., Бугайов С.М. (2008) *Лісова таксація. Методичні вказівки для використання польової ГІС Field-Map студентами факультету лісового господарства спеціальності 6.1304 – лісове господарство.* Харківський національний аграрний університет, 2008. – 40 с.

Яроцький В.Ю., Букша М.І., Ларшина М.О. (2008) *Використання електронної бази даних для моніторингу конфліктних ситуацій «вовк-людина»* // Матеріали III міжнародної конференції молодих науковців 18-21 листопада 2008 р. «Біологія: від молекулу до біосфери», Харків, 2008. – С. 460-462.

Вицега Р.Р. (2008) *Выборочная инвентаризация лесных насаждений Верхнеднестровских Бескидов* Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 - лесоустройство и лесная таксация. - Национальный аграрный университет. - Киев, 2008. - 20 с.

## 2009

М. Черны, И. Ф. Букша, М. И. Букша (2009) *Передовые технологии для полевого сбора данных в лесном хозяйстве.* Оборудование и инструмент для профессионалов. – Харьков. – 2009. - № 2. – С. 62-65.

Черны М. (2009) *Возможности применения ГИС Field-Map в качестве базовой технологии для полевого сбора данных в лесном хозяйстве.* М. Черны, И. Ф. Букша, М. И. Букша; Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та лісовпорядкуванні : Матеріали IV Міжнарод. науково-практ. конф. – Ужгород. – 2009. – С. 9-11.

Buksha I. F. (2009) *Assessment of Ukrainian Forests Vulnerability to Climate Change.* Regional Aspects of Interactions in Non-boreal Eastern Europe. – Springer Science + Business Media B.V. 2009. – P. 143-156.

Букша І. Ф. (2009) *Інвентаризація та моніторинг лісових екосистем на територіях природно-заповідного фонду.* І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, М. І. Букша, В. Ю. Яроцький; V Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : міжнар. наук. практ. конф. Зб. наук. ст. у 2-х т. Т. II /УкрНДІЕП.- Х.: ВД „Райдер" 2009. – С. 92-98.

Букша М. И. (2009) *Использование мобильной ГИС Field-Map для построения информационно-аналитической системы мониторинга лесных объектов природно-заповедного фонда.* М. И. Букша, О. И. Букша; Материалы 4-й международной научно-практической конференции «Мониторинг окружающей природной среды: научно-методическое, нормативное, техническое, программное обеспечение». – Коктебель. – 2009. С. 32-34.

Букша М.И. (2009) *Применение мобильной ГИС-технологии Field-Map для дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли и создания лесных цифровых карт.* М.И. Букша, И.Ф. Букша; Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Харківщини : матеріали наради. – Х., 2009. – С. 57-59.

Букша М.И. (2009) *Создание лесных цифровых карт с использованием полевой ГИС-технологии «Field-Map» и данных дистанционного зондирования Земли.* М.И. Букша, И.Ф. Букша; Матеріали міжнародного науково-практичного семінару "Перспективи використання даних дистанційного зондування Землі в лісовому господарстві ". – К., 2009. – С. 29-30.

Атрошенко Л.М. (2009) *Технология оценки углеродного баланса лесов Украины с использованием данных зондирования Земли из космоса.* Л.М. Атрошенко, В.В.Богомолов, И.Ф. Букша, Н.Н. Горобец, С.И. Костяшкин, Д.С. Костяшкин, В.П. Пастернак; Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. Вып.6, Том II. – М. : ООО «Азбука-2000». – 2009. – С. 497-505.

Букша І. Ф. (2009) *Застосування польової ГІС-технології Field-Map для вирішення задач ефективного управління лісовими ресурсами.* І. Ф. Букша, М. Черни, В. П. Пастернак, М. І. Букша. «Сучасні ГІС-технології і методи дистанційного зондування Землі в агропромисловому та природоохоронному комплексах», Науковий вісник Національного аграрного університету. – вип. 128. – К., 2009.

Пастернак В. П., Яроцкий В. Ю. (2009) *Значение мертвой древесины для леса.* Оборудование и инструмент для профессионалов. Х., 2009. – № 5-6. – С. 68-70.

Букша И. Ф., Яроцкий В. Ю. (2009) *«ТехИнЛес-2» подводит итоги и определяет перспективы.* Оборудование и инструмент для профессионалов. Х., 2009. – № 5-6. – С. 72-73.

Pasternak V. (2009) *Dynamics of dead wood in oak forests of north-east of Ukraine.* V. Pasternak, V. Yarotskiy; Proceeding/Abstracts of International Scientific Conference "Forests as a renewable source of vital values for changing world", Saint-Petersburg-Moscow, Russia, 15-21 June 2009. – Saint-Petersburg. – P. 88.

Пастернак В. П. (2009) *Застосування польової ГІС Field-Map у навчальному процесі лісогосподарського факультету ХНАУ ім. В.В. Докучаєва.* В. П. Пастернак, Л. І. Ткач, С. М. Бугайов, В. В. Назаренко; Проблеми й перспективи розвитку ІТ-індустрії : матеріали І міжнар. науково-практ. конф., 18-19 листопада 2009 р. – Х., 2009. – С. 284-286.

Букша И. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Букша М. И. (2009) *Передовые технологии для компьютерного сбора полевых данных в ландшафтном дизайне,* Оборудование и инструмент для профессионалов. – Х. – 2009. - №1. – С. 64-66.

Букша И. Ф., Яроцкий В. Ю. (2009) *«ТехИнЛес-2» подводит итоги и определяет перспективы,* Оборудование и инструмент для профессионалов. Х., 2009. – № 5-6. – С. 72-73.

Букша І. Ф., Пастернак В. П., Букша М. І., Яроцький В. Ю. (2009) *Інвентаризація та моніторинг лісових екосистем на територіях природно-заповідного фонду,* V Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : міжнар. наук. практ. конф. Зб. наук. ст. у 2-х т. Т. ІІ /УкрНДІЕП.- Х.: ВД „Райдер" 2009. – С. 92-98.

Букша І. Ф., Черни М., Пастернак В. П., Букша М. І. (2009) *Застосування польової ГІС-технології Field-Map для вирішення задач ефективного управління лісовими ресурсами,* «Сучасні ГІС-технології і методи дистанційного зондування Землі в агропромисловому та природоохоронному комплексах», Науковий вісник Національного аграрного університету. – вип. 128. – К., 2009. с. 46-50.

Букша М.И., Букша И.Ф. (2009) *Применение мобильной ГИС-технологии Field-Map для дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли и создания лесных цифровых карт,* Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Харківщини : матеріали наради. – Х., 2009. – С. 57-59.

Букша М.И., Букша И.Ф. (2009) *Создание лесных цифровых карт с использованием полевой ГИС-технологии «Field-Map» и данных дистанционного зондирования Земли*, Матеріали міжнародного науково-практичного семінару "Перспективи використання даних дистанційного зондування Землі в лісовому господарстві ". – К., 2009. – С. 29-30.

Букша М.И., Букша О.И. (2009) *Использование мобильной ГИС Field-Map для построения информационно-аналитической системы мониторинга лесных объектов природно-заповедного фонда*, Материалы 4-й международной научно-практической конференции «Мониторинг окружающей природной среды: научно-методическое, нормативное, техническое, программное обеспечение». – Коктебель. – 2009. – С. 32-34.

Вишневский В.С. (2009) *Полевые испытания ГИС Field-Map*, Оборудование и инструмент для профессионалов. – Х. – 2009. – №5-6. – С. 74-75.

Мушик И.В., Сорокин Д.В. , Малышко А.С. , Яроцкий В.Ю (2009) *Исследование растительности и элементов поселения барсука в НПП «Гомольшанские леса» с применением полевой ГИС «Field-Map»*, Біологія: від молекули до біосфери : матеріали IV міжнар. конф. молодих науковців, 17-21 листопада 2009 р. : тези доповідей. — Х., 2009. — С. 341–342.

Пастернак В. П., Яроцький В. Ю. (2009) *Типологічна структура та біопродуктивність лісів ДП «Кремінське ЛМГ»*, Лісівництво і агролісомеліорація. - Х., 2009. - Вип. 116. - С. 130-135.

## 2010


Букша І.Ф. (2010) *Можливості застосування програмно-технологічного комплексу Field-Map в єдиній державній системі електронного обліку деревини* // Збірник тез наукової конференції «Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи». Х., 2010. – С. 17-18.

Букша І.Ф., Черни М., Букша М.І, Пастернак В.П. (2010) *Застосування мобільної ГІС Field-Map для інформаційного забезпечення сталого лісоуправління* // Збірник наукових праць 9 – Міжнародна науково - практична конференція Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» - Київ – Харків – АР Крим, 2010. – с. 108-114.

Букша М.І. (2010) *Сучасні методи інвентаризації та моніторингу лісів природно-заповідного фонду* // Збірник тез наукової конференції «Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи». Х., 2010. – С. 19-20.

Пастернак В. П., Яроцький В. Ю. (2010) *Структура та продуктивність лісів Деркульського сектора* // Збірник тез наукової конференції «Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи». - Х., 2010. – С. 50-51.

Трофимишин В.В. (2010) *Використання технології Field-Map у навчально-науковій діяльності* // Збірник наукових праць 9 – Міжнародна науково - практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» - Київ – Харків – АР Крим, 2010. – С. 75-80.

Трофимишин В.В. (2010) *Інвентаризація та моніторинг лісових екосистем на територіях Національного природного парку «Гомільшанські ліси»* // Збірник наукових праць 9 – Міжнародна науково - практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» - Київ – Харків – АР Крим, 2010. – С. 118-127.

Фенич В.С., Кичура А.В., Люлько А.А. (2010) *Использование ГИС Field-Map для мониторинговых работ по переформированию лесных насаждений в Закарпатской области* // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2010. – № 1. – С.56-57.

Букша И.Ф., Черны М., Букша М.И. (2010) *Опыт применения полевой ГИС Field-Map в лесоустройстве* // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні» 28-30 жовтня 2010 р., м. Ужгород, 2010. - с. 32-36.

# Список специалистов, которые внесли вклад в реализацию проекта ТехИнЛес

## Из Украины

| Фамилия, имя, отчество | Организация | Контакт (e-mail) | Вклад в реализацию проекта |
|---|---|---|---|
| Бесядовский Мирослав Борисович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Организация взаимодействия с ВЦ ПО "Укргослеспроект" |
| Бильчик Владимир Антонович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Полевые работы с технологией |
| Богомолов Вадим Владимирович | ПО "Укргослеспроект" (г.Харьков) | bvv_92@rambler.ru | Программирование, работа над обменным форматом и конвертацией данных |
| Братусь Елена Борисовна | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Программирование, работа над обменным форматом и конвертацией данных |
| Букша Игорь Федорович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | buksha@uriffm.org.ua | Координация проекта, планирование и организация работ, разработка методов применения технологии, подготовка публикаций и презентаций |
| Букша Ксения Игоревна | ХНУ им. Каразина (г.Харьков) | ksuwa25@gmail.com | Полевые работы с технологией |
| Букша Максим Игоревич | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | volk@uriffm.org.ua | Информационный менеджмент, полевые работы с технологией, техническая и экспертная поддержка применения технологии, подготовка публикаций и презентаций |
| Ведмидь Николай Максимович | Госкомлесхоз Украины (г.Киев) | nauka@dklg.gov.ua | Определение стратегии и приоритетов |
| Вицега Руслан Романович | НЛТУУ (г.Львов) | vitseha@ukr.net | Обучение специалистов, полевые работы с технологией в научных исследованиях |
| Вишневский Василий Сергеевич | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | vas-vishnevski09@yandex.ru | Тестирование технологии для лесоустройства |
| Гогуля Ольга Викторовна | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Работы с технологией по созданию лесонй ГИС |
| Громадский Евгений Сергеевич | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Картографическое и ГИС обеспечение |
| Гульчак Владимир Петрович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@mail.ru | Определение приоритетов, организация взаимодействия с ПО "Укргослеспроект" |
| Дербаль Юрий Юрьевич | Проект Forza (г.Ужгород) | pcu@forza-ic.com.ua | Консультрование, организация семинаров и тренировок по применению технологии |

| Фамилия, имя, отчество | Организация | Контакт (e-mail) | Вклад в реализацию проекта |
|---|---|---|---|
| Жадан Ирина Виктторовна | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | labnit@rambler.ru | Программирование, работа над обменным форматом и конвертацией данных |
| Зибцев Сергей Викторович | НУБиПУ (г.Киев) | sergiy.zibtsev@nauu.kiev.ua | Обучение специалистов, полевые работы с технологией в научных целях |
| Ирклиенко Сергей Петрович | УкрЦентркадрылес | uckl@i.ua | Содействие обучению специалистов |
| Йосипенко Владимир Васильевич | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@ukrpost.ua | Консультирование, подготовка данных для пилотных экспериментов |
| Кившар Лилия Николаевна | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | monitoring@uriffm.org.ua | Участие в организации семинаров |
| Дишко Валентина Андреевна | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | monitoring@uriffm.org.ua | Участие в организации семинаров |
| Кичура Анастасия Владимировна | Карпатская ЛНИС УкрНИИгорлес (г.Мукачево) | Kichura_a@ukr.net | Полевые работы с технологией |
| Корниенко Виктор Петрович | Госкомлесхоз Украины (г.Киев) | vpk@dklg.gov.ua | Определение стратегии и приоритетов |
| Костяшкин Сергей Иванович | ПО "Укргослеспроект" (г.Харьков) | xdle@vilcom.net | Консультирование |
| Кошовец Николай Васильевич | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@ukrpost.ua | Тестирование технологии для лесоустройства, проведение полевых работ |
| Крутько Федор Михайлович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | fred_com@mail.ru | Информационный менеджмент, полевые работы с технологией |
| Лакида Петро Иванович | НУБиПУ (г.Киев) | lakyda@nauu.kiev.ua | Содействие обучению специалистов |
| Лащенко Андрей Григорович | НУБиПУ (г.Киев) | forestmanag_chair@twin.nauu.kiev.ua | Обучение специалистов |
| Левкивский Николай Петрович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@ukrpost.ua | Организация взаимодействия с ПО "Укргослеспроект" |
| Любчич Николай Васильевич | Харьковское ОУЛОХ (г.Харьков) | kles@kharkivoda.gov.ua | Участие в тестировании технологии для оценки древесных ресурсов |
| Люлько Алексей Александрович | Карпатская ЛНИС УкрНИИгорлес (г.Мукачево) | "karpatska_lnds@ukr.net karpatskalnds@gmail.com" | Полевые работы |
| Миклуш Степан Иванович | НЛТУУ (г.Львов) | msi_s@ukr.net | Содействие обучению специалистов |
| Мотлях Александр Дмитриевич | НПП "Гомольшанские леса" (с.Задонецкое, Харьковская обл.) | gomolsha@yandex.ru | Содействие проведению инвентаризации в НПП "Гомольшанские леса" |
| Назаренко Виталий Васильевич | ХНАУ (г.Харьков) | | Обучение специалистов, полевые работы с технологией |
| Одинцов Александр Валентинович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | monitoring@uriffm.org.ua | Полевые работы |

| Фамилия, имя, отчество | Организация | Контакт (e-mail) | Вклад в реализацию проекта |
|---|---|---|---|
| Пастернак Владимир Петрович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | pasternak@uriffm.org.ua | Разработка методик, обучение применению технологии, полевые работы, экспертная поддержка, подготовка публикаций и презентаций |
| Пашко Татьяна | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | lisproekt@ukrpost.ua | Полевые работы |
| Пивовар (Мешкова) Татьяна Сергеевна | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | tatiana-pyvovar@yandex.ua | Разработка методик, обучение применению технологии, полевые работы, экспертная поддержка, подготовка публикаций и презентаций |
| Пономарев Олег | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | | Полевые работы с технологией в научных целях |
| Ревуцкий Владимир Иванович | Госкомлесхоз Украины (г.Киев) | fd@dklg.gov.ua | Консультирование, определение приоритетов |
| Рековец Николай Михайлович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | Lisproekt@ukrpost.ua | Консультирование |
| Романовский Владимир Францевич | Госкомлесхоз Украины (г.Киев) | rvf@dklg.gov.ua | Консультирование, определение приоритетов |
| Рыбчак Татьяна | ХНУ им. Каразина (г.Харьков) | | Полевые работы |
| Сидорук Юрий Кириллович | Госкомлесхоз Украины (г.Киев) | y_sidoruk@dklg.gov.ua | Консультирование, определение приоритетов |
| Сторожук Виталий Федорович | ПО "Укргослеспроект" (г.Ирпень) | v_storozhuk@ukr.net | Координация взаимодействия с ПО "Укргослеспроект", тестирование технологии, подготовка материалов для пилотных экспериментов |
| Ткач Виктор Петрович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | tkach@uriffm.org.ua | Консультирование, определение стратегии и приоритетов |
| Ткач Людмила Ивановна | ХНАУ (г.Харьков) | admin@agrouniver.kharkov.com | Содействие обучению специалистов |
| Трофимишин Вячеслав Викторович | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | slash-basket@rambler.ru | Полевые работы |
| Фенич Василь Степанович | Карпатская ЛНИС УкрНИИгорлес (г.Мукачево) | karpatska_lnds@ukr.net; karpatskalnds@gmail.com | Организация полевых работ по применению технологии в научных целях |
| Чернявский Николай Васильевич | Проект Forza (г.Ужгород) | pcu@forza-ic.com.ua | Консультрование, организация семинаров и тренировок по применению технологии |
| Яроцкая (Ларшина) Марина | ХНУ им. Каразина (г.Харьков) | | Полевые работы |
| Яроцкий Владимир Юрьевич | УкрНИИЛХА (г.Харьков) | yarotskiy@uriffm.org.ua | Полевые работы с технологией, подготовка публикаций |

## Из Чехии

| Фамилия, имя, отчество | Организация | Контакт (e-mail) | Вклад в реализацию проекта |
|---|---|---|---|
| Черны Мартин | IFER, IFER-MMS (г. Илове у Праги) | martin.cerny@ifer.cz | Руководство проектом, проведение исследовательских работ, программирование |
| Беранова Яна | IFER, IFER-MMS (г. Илове у Праги) | jana.beranova@ifer.cz | Управление персоналом, планирование и отчетность по проекту |
| Роубалова Мартина | IFER, IFER-MMS (г. Илове у Праги) | martina.roubalova@ifer.cz | Программирование, работа над созданием обменного формата |
| Русс Радек | IFER, (г. Илове у Праги) | Russ@ifer.cz | Разработка методик, передача знаний по применению технологии для инвентаризации |
| Блажек Петр | IFER-MMS (г. Илове у Праги) | petr.blazek@ifer.cz | Передача знаний по применению технологии |
| Вопенка Петр | IFER-MMS (г. Илове у Праги) | petr.vopenka@ifer.cz | ГИС обеспечение, участие в полевых работах |
| Аплтауэр Ян | IFER, (г. Илове у Праги) | jan.apltauer@ifer.cz | Разработка методик, передача знаний по применению технологии для лесоустройства |
| Кнеблик Петр | IFER-MMS (г. Илове у Праги) | petr.kneblik@ifer.cz | Программирование |
| Черны Богумила | IFER, IFER-MMS (г. Илове у Праги) | info@ifer.cz | Управление бухгалтерским учетом, планирование и отчетность по проекту |
| Понделичкова Андреа | Министерство сельского хозяйства Чешской республики (г.Прага) | pondelicek@mze.cz | Наблюдательские функции |

© 2010 ИФЕР