

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ И ГЕОГРАФИЯ

ЙОАНА СИМЕОНОВА САНДИНСКА

**РАЗРАБОТВАНЕ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ
ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Н А

Д И С Е Р Т А Ц И Я

**ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И НАУЧНА СТЕПЕН
„ДОКТОР“**

Професионално направление: 4.4. Науки за Земята

Научна специалност „Картография и
географски информационни системи”

Научен ръководител: проф. дгн Румяна Вацева

СОФИЯ

2018

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, заключение, литература, основни термини и съкращения, и приложения.

Общият обем е 210 страници, вкл. 134 фигури, 33 таблици, 9 страници литература, 4 страници основни термини и съкращения, и три приложения с 18 фигури и 20 таблици. В цитираните библиографски източници са посочени общо 161 заглавия, от които 39 на български, 92 на английски език, и 30 интернет сайта.

Номерацията на фигурите и таблиците в автореферата съответства на тази в дисертацията.

Дисертационният труд е разработен в рамките на докторантура, редовна форма на обучение, в секция „ГИС“, департамент География, Национален институт по геофизика, геодезия и география при Българска академия на науките.

Защитата на дисертационния труд ще се проведе на Г. от Ч. в зала 101 на Националния институт по геофизика, геодезия и география при БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3, на заседание на утвърдено за процедурата Научно жури.

Материалите по защитата са публикувани на интернет страницата на НИГГГ - БАН и са на разположение на интересувашите се лица в канцеларията на Националния институт по геофизика, геодезия и география при БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3.

БЛАГОДАРНОСТИ

На първо място искам да изразя своята признателност към моя научен ръководител проф. д-р Румяна Вацева за спечеленото доверие, твърдата опора, споделяния опит, съвместните трудове и безценните съвети, във връзка с успешното синхронизиране на моето професионално и личностно израстване. Срещнатите трудности по време на практическото изпълнение на поставените дисертационни цел и задачи не бяха никак малко, но въпреки това те бяха преодолявани своевременно чрез планирана и реализирана колективна стратегия, залагаща на вземането на градивно-компромисни, но разумно-балансиран решения.

В този ред на мисли, благодарности отправям и към всички мои колеги от департамент „География“ и системния администратор Георги Георгиев на НИГГГ-БАН, за проявената емоционална отзивчивост, отправените градивни критики и предложените професионални съвети, във връзка с дисертационната ми разработка.

Също така изразявам своята признателност към доказания ГИС специалист Любомир Филипов (с професионален интерес предимно към дизайна, разработката, имплементацията, обучението и поддръжката на уеб ГИС базирани системи чрез интегриране и конфигуриране на софтуерни платформи със свободен или отворен код), във връзка с провеждането на дистанционни консултации, включващи анализиране на алтернативни програмни продукти и отбелязване на конкретни практически препоръки при изграждане на уеб ГИС разработки.

Още повече благодаря на моя всеотдаен приятел и софтуерен инженер Лазарина Ангелова (с професионално влечение към уеб разработките) за препоръчаните тенденции, компетентните насоки и продължителното сътрудничество за внедряване на създаденото уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ в уеб сайтова изработка.

Адресирам благодарности и към проф. Теменужка Бандрова за безрезервното доверие и силната подкрепа не само като дипломен ръководител и пламенен привърженик на моите първи стъпки в областта на уеб картографирането, но и като постоянен насърчител на моето бъдещо развитие из обширните направления на картографската научна сфера и географските информационни системи.

Освен това благодаря на инженер-геодезист Стефан Бончев за старателното увлекателно преподаване и провокативното нестандартно мислене по уеб дизайн по време на моето следване в Университета по Архитектура, Строителство и Геодезия, което съвсем неусетно отключи моето влечение към информационните технологии.

За финал, изпращам специални благодарности на моето любящо семейно съсловие и близък приятелски кръг за споделяното разбиране, безотказното търпение и почувстваното окуражаване във времето на моето следване.

Както и безкрайни благодарности на моя житейски спътник и строителен инженер Иван Бръмбаров за чистата любов, разумните напътствия, силното доверие, пълната подкрепа, споделяните коментари и полезните идеи за максимално прецизиране на дисертационния ми труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД.....	6
АКТУАЛНОСТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО	6
ОБЕКТ И ПРЕДМЕТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО	7
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО	7
ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА ВЪВ ВРЪЗКА С РАЗРАБОТВАНЕ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ ЗА ПРИРОДНИ ПАРКОВЕ	8
1.1. СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ ПРИ УЕБ РАЗРАБОТКИ НА ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ	8
1.2. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РАЗРАБОТКИ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ С НАСОЧЕНОСТ КЪМ БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ТУРИЗЪМ	9
1.3. КЛЮЧОВИ МОМЕНТИ ПРИ РАЗРАБОТКА НА УЕБ БАЗИРАНИ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ	10
1.4. РАЙОН НА ИЗСЛЕДВАНЕ	13
1.4.1. МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ.....	13
1.4.2. ПРИРОДОЗАЩИТЕН СТАТУТ	13
1.4.3. МОРФОХИДРОГРАФСКА ХАРАКТЕРИСТИКА	14
1.4.4. БИОРАЗНООБРАЗИЕ	14
1.4.5. ТУРИЗЪМ.....	15
1.5. ВХОДНИ ДАННИ	16
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“	16
2.1. СОФТУЕРНА АРХИТЕКТУРА ПРИ РАЗРАБОТКИ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ	16
2.2. ArcGIS - ИНТЕГРИРАНА ФАМИЛИЯ ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ	17
2.3. PostgreSQL/PostGIS - УПРАВЛЕНСКА СИСТЕМА НА ГЕОБАЗИ ДАННИ	17
2.4. GeoServer & GeoWebCache - КАРТОГРАФИРАЩ СЪРВЪР И КЕШИРАЩА СИСТЕМА	19
2.5. Jetty - КОМБИНАЦИЯ ОТ УЕБ СЪРВЪР, УЕБ КЛИЕНТ И СЪРВЛЕТ КОНТЕЙНЕР	28
2.6. GeoExt - СЪЧЕТАНИЕ ОТ JavaScript БИБЛИОТЕКИ НА OpenLayers & ExtJS.....	30
2.7. ИЗПОЛЗВАНИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА	31
ГЛАВА 3. ПРАКТИКО-ПРИЛОЖНИ АСПЕКТИ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“	33
3.1. ОБЩА КОНЦЕПЦИЯ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕТО	33
3.2. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ArcGIS ЗА СЪХРАНЕНИЕ, ОБРАБОТКА, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА СЪБРАНИТЕ ГЕОГРАФСКИ ДАННИ	35
3.3. ИЗПОЛЗВАНЕ НА PostgreSQL/PostGIS ЗА ЕФЕКТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА СЪЗДАДЕНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ	40
3.4. ИЗПОЛЗВАНЕ НА GeoServer & GeoWebCache ЗА УЕБ ПРЕНОС И БЪРЗ ДОСТЪП НА СЪХРАНЕНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ	41
3.5. ИЗПОЛЗВАНЕ НА Jetty ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕ НА ВРЪЗКАТА МЕЖДУ КЛИЕНТ И СЪРВЪР.....	43
3.6. ИЗПОЛЗВАНЕ НА GeoExt ЗА ОФОРМЛЕНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ НА УЕБ СТРАНИЦИ С ПУБЛИКУВАНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ	43

ГЛАВА 4. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛНОСТ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕТО ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“	45
4.1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛНОСТ НА РАЗРАБОТКАТА	45
4.2. ВНЕДРЯВАНЕ НА СЪЗДАДЕНОТО УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПП „БЪЛГАРКА“ В УЕБ САЙТОВА ИЗРАБОТКА	51
4.3. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ПРЕОДОЛЕНИ ТРУДНОСТИ	52
4.3.1. КАРТОГРАФИРАНЕ НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕТО И КЛЪСТЕРИЗАЦИЯТА НА МЕСТООБИТАНИЯТА	52
4.3.2. КОНТРОЛ НА КАЧЕСТВОТО НА СЪЗДАДЕНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА АТРИБУТИ, ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ	52
4.3.3. СИМВОЛНО КОДИРАНЕ НА ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИТЕ ДАННИ	52
4.3.4. КОНФИГУРИРАНЕ НА EPSG КОДОВЕ	52
4.3.4.1. КОНВЕРТИРАНЕ НА ПРОЕКЦИОННИ ФАЙЛОВЕ КЪМ EPSG КОДОВЕ	52
4.3.4.2. КОРИГИРАНЕ НА EPSG КОДОВЕ ЗА КОРЕКТНА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА ГИС СЛОЕВЕ	52
4.3.5. ПРИЛАГАНЕ НА STYLED LAYER DESCRIPTOR (SLD) ЗА СТИЛИЗАЦИЯ НА ГИС СЛОЕВЕ	52
4.3.6. ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА КЛИЕНТСКИ И СЪРВЪРНИ ГРЕШКИ	52
4.3.7. ОБОБЩАВАНЕ НА ПРЕДИМСТВАТА И НЕДОСТАТЪЦИТЕ НА ПРИЕТИТЕ ПОДХОДИ ЗА ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА ВЪЗНИКНАЛИТЕ ТРУДНОСТИ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАЙОН НА ИЗСЛЕДВАНЕ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ArcGIS ЗА СЪХРАНЕНИЕ, ОБРАБОТКА, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА СЪБРАНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВНЕДРЯВАНЕ НА СЪЗДАДЕНОТО УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“ В УЕБ САЙТОВА ИЗРАБОТКА	66
НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ	70
СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	70
ЛИТЕРАТУРА	71

АКТУАЛНОСТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Съвременните информационни технологии, основна част от които са географските информационни системи (ГИС), придобиват все по-широко приложение в различни сфери на социално-икономическото развитие и способстват за разрешаването на различни значими обществени проблеми, най-важният от които е свързан с ефективното опазване и устойчивото развитие на околната среда. Част от техните основни предимства в научната сфера са свързани с възможностите за организиране и управление на геоданни, включително разработване на пространствени анализи и модели.

В частност, актуалността на уеб ГИС разработките е тясно свързана с предоставянето на възможности за **улесен достъп до геобазирани данни** не само в дребномащабен план (съобразно обхвата на работната организация или научна институция), но и в **глобален аспект** (съобразно обхвата на значително по-голям брой потенциални ползватели). Това от своя страна провокира обществото да премине към **картографско самообслужване** за вземане на **информирани решения**. По този начин ГИС се превръща във все **по-достъпна, по-обезпечена и по-масова практика** по цял свят. Освен това, значително нараства както стойността на ГИС ролята, така и потребността от ГИС специалистите в многообразието от различни **научно-приложни сфери** на обществения живот.

В съвременното общество, уеб ГИС технологията се разглежда не само като **нова тенденция**, но и като **актуална парадигма** при внедряване на **модерни ГИС**. Това от своя страна води до фундаменталната промяна на обществената нагласа за значението на ГИС областта и ролята на ГИС специалистите (Komarkova et al., 2007). С преминаването към **клиент-сървър архитектурите с отворени уеб услуги** се предоставя стратегическата възможност за бърза свързка към публикуваната информация в интернет пространството. Все повече, уеб ГИС разработчиците презентират **реални и динамични геоданни** с различна тематика, посредством придвижване от **проектирани персонализирани решения** (*изискващи най-вече допълнителни задълбочени познания по информационни технологии и технически умения за разработване на програмен код*) до **конфигурируеми шаблонни модели** (*изискващи главно професионални компетенции по Картография и ГИС*). Най-значимото превъзходство на уеб ГИС областта, във връзка с нейното непрекъснато развитие, е адекватният стремеж към използване на **безплатни програми, отворени данни и споделяни услуги** (вместо закупуване на **патентовани продукти, платени данни и поверителни услуги**), с което се предоставя шанс за **информираност и продуктивност** не само на състоятелните, но и на обикновените потребители (Iosifescu and Hurni, 2013; Roth et al., 2015).

В геоинформационната технологична област, уеб ГИС приложенията се приемат за едни от най-динамичните и най-перспективните. Ето защо, държавните организации и частните компании се стремят към систематично облекчаване на нарастващото дефиниционно множество от различни потребителски кръгове чрез ефективно осигуряване на лесен и удобен функционален достъп до необходима и качествена (актуална, пълна, точна и надеждна) пространствена информация (Dragičević, 2004).

Водещите стратегии на предприемаческите системи са уместно синхронизирани със световните постижения в ГИС областта на уеб разработките, във връзка със съвременните тенденции и претенции, по отношение на оптимизирано обработване и споделяне на общогеографски и специализирани геоинформационни слоеве, посредством повсеместно използване на отворени софтуерни решения. Движещата сила на тази политика е тясно свързана с находчивото инвестиране в целенасоченото управляване на персонализирани геобазирани данни с разнородно типологизирано съдържание, с цел: **разширяване на областта и пригодността на геоинформационните източници и свиване на ресурсите и разходите по техническата поддръжка** (Kirtiloğlu and Bildirici, 2016).

В тази връзка, особено актуално е успешното интегриране на уеб и ГИС компонентите в една високотехнологична взаимосвързана система (базирана на софтуер, хардуер, данни, процедури, специалисти и потребители), използвана като мощно средство за: *масово разпространяване, бързо предоставяне, лесно ориентиране, конкретно извличане и детайлно изследване на геоданни*. Като иновативни геоинформационни продукти, голяма част от уеб ГИС приложенията допринасят за опазването на защитените екосистеми и ландшафти, популяризирането на туристическите ползи за икономическото развитие на природните райони и повишаването на обществената информираност за забележителностите на природните паркове (Zhang and Li, 2005; Rufino et al., 2012; Janecka et al., 2012; Legarretaetxebarria et al., 2014; Zouagui et al., 2015). Това определя и повишения интерес към уеб ГИС разработките за защитени територии (в т.ч. и зони по Натура 2000). Още повече, уеб публикуваните информационни продукти с геопространствен характер могат да бъдат използвани както като самостоятелни приложения, така и като интегрирани приложения в странични разработки на други ГИС продукти и уеб услуги.

В заключение, съобразно гореизложеното, актуален въпрос от изключителна важност за България представлява разработването на уеб ГИС приложения за защитени територии. В този смисъл, в частност, разработването на уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“ ще намери конкретна практическа употреба, по отношение на поддържаното биоразнообразие и природозащитния туризъм.

ОБЕКТ И ПРЕДМЕТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на изследване в дисертационния труд са софтуерни продукти и инструменти за изграждане на гъвкава структура на уеб ГИС приложение за достъп, визуализация и анализ на геопространствени данни за Природен парк „Българка“. Конкретният избор на територията на Природен парк „Българка“, като представителна защитена зона от Натура 2000, се основава на обстоятелството, че освен достъпните публикации в официалния сайт на Парковата дирекция (включващи картни продукти, илюстративни материали и приложени документи), досега отсъстват споделени уеб ГИС разработки за масово ползване в областите на биоразнообразието и туризма.

Предмет на изследване са структурата и функционалността на специализираното уеб ГИС приложение, по отношение на достъпа, визуализацията и анализа на общогеографски и тематични геопространствени данни за територията на Природен парк „Българка“.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Основна цел на изследването е разработването на специализирано уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“, представляващо иновативно средство, използвано за свободно и регулирано предоставяне на геопространствени данни, по отношение на биоразнообразието и туризма.

За постигане на дефинираната цел са формулирани следните задачи:

1. Разработване на общогеографски и специализирани ГИС бази данни за ПП „Българка“, въз основа на:
 - 1.1. Събиране, анализиране, оценяване и обработване на наличните геопространствени и непространствени данни за биоразнообразие и туризъм;
 - 1.2. Контролиране на качеството на създадените геопространствени данни, по отношение на геометрия, топология и атрибути;
 - 1.3. Генериране на различни мащаби на картното съдържание с прилагане на генерализационни подходи за интерактивна визуализация на геопространствените данни;
 - 1.4. Обединяване, съхраняване и поддържане на геопространствените данни в една обща специализирана ГИС база данни с програмния продукт с патентен лиценз на ArcGIS.

2. Разработване на структура и функционалност на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“, въз основа на:
 - 2.1. **Избор** на подходящи софтуерни решения за разработване на уеб ГИС приложения, във връзка с наличните **уеб ГИС софтуерни продукти с отворен код**, по отношение на между-платформено интегриране със стабилно осигуряване на оперативна съвместимост на **геопространствени данни**;
 - 2.2. **Интегриране и манипулиране** на **входните геоданни** в единна управленска система на **обектно-реляционни бази данни** с програмния продукт с отворен код на **PostgreSQL/PostGIS**, във връзка с изграждане на гъвкава структура за оптимизиран достъп, анализ и обмен на разнородни типове обекти;
 - 2.3. **Публикуване, редактиране, стилизиране и споделяне (през уеб браузър)** на **извлечените геоданни от PostgreSQL/PostGIS** с програмния продукт с отворен код **GeoServer**, във връзка с попълване на основна информация с конфигуриране на EPSG кодове и използване на SLD библиотеки с условни знаци, линии, шриховки и надписи;
 - 2.4. **Кеширане (през уеб браузър)** на **експортираните геоданни от GeoServer** с програмния продукт с отворен код на **GeoWebCache**, във връзка с прилагане на тайлово фрагментиране (разделяне на картини изображения на отделни части) за осигуряване на ускорен и ефективен достъп;
 - 2.5. **Конфигуриране (през уеб браузър) на панелни структури и функционални инструменти за визуализация и анализ на кешираните данни от GeoWebCache** с програмния продукт с отворен код на **GeoExplorer**, във връзка с прилагане на JavaScript библиотеката на GeoExt, комбинираща JavaScript библиотеките на:
 - OpenLayers;
 - Ext JS.
3. Внедряване на създаденото уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ в уеб сайтова изработка, във връзка с:
 - 3.1. **Представяне на съдържание** с програмния език на **HTML**;
 - 3.2. **Стилизиране на съдържание** с програмния език на **CSS**;
 - 3.3. **Динамизиране на съдържание** с програмния език на **JS**.

ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА ВЪВ ВРЪЗКА С РАЗРАБОТВАНЕ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ ЗА ПРИРОДНИ ПАРКОВЕ

1.1. СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ ПРИ УЕБ РАЗРАБОТКИ НА ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ

Разработването на уеб ГИС приложения се основава на концепцията и средствата, които се предоставят от съвременните географски информационни системи (ГИС) и информационните технологии (ИТ). Несъмнено, най-голямото предизвикателство пред уеб ГИС специалистите е свързано със съхранението, обработката и визуализацията на големи по обем геопространствени бази данни за възможно най-кратко време, заедно с постигането на максимално точно представяне на крайни картографски продукти. Съответно, **най-добрите решения** за горепосочените нужди се реализират благодарение на уеб ГИС технологиите със **съвършен компонент, извличащ** необходимата геопространствена информация от система за управление на обектно-реляционни бази данни, и **пренасящ** възприетата настолна визуализация на изследваната територия в уеб среда (Špulák, 2012).

Класическите ГИС се фокусират главно върху съхраняване, редактиране и интегриране на геоданни за анализ и визуализация. Благодарение на инфраструктурата за пространствени данни (**Spatial Data Infrastructure**) се добавя нов фокус - управление и дистрибуция на геопространствени данни на организационно, административно, национално, континентално и световно ниво.

Понастоящем, развитието на компютърните технологии и глобализацията на Интернет мрежата непрекъснато води до все по-голямо скокообразно покачване, като се съсредоточава върху прогресивния преход от традиционно към **уеб ГИС** разработване, по отношение на осигурени възможности за *достъп до* (свободен или платен), *оформление на* и *запътвания* за геопространствени данни (Pinde and Sun, 2010; Sencha, 2011; Angelova, 2014).

От гледна точка на наложените ограничения за достъп, софтуерните приложения се подразделят на 2 основни групи: свободни с отворени кодове и закупени с търговски цели. При по-задълбочена класификация, допълнително се обособяват още 2 междинни звена. Едното съдържа безплатни инсталационни ресурси без предоставяне на програмни кодове, докато другото включва платени функционални подобрения към основни софтуерни пакети с отворени кодове (Ramsey, 2007; Jiang, 2010; Vennemann and Terra GIS Ltd, 2014).

Освен съобразяване с необходимостта и възможността за закупуване на даден софтуерен продукт, е целесъобразно и анализиране на използваните инструменти за предоставяне на геопространствени бази данни в уеб среда. Оценъчните критерии се изразяват в осигурените способности за картографиране, визуализиране, анализиране, манипулиране (създаване, изтриване, модифициране), конвертиране и споделяне (Mitchell, 2005).

Географската информация става все по-необходим ресурс за ефективно разрешаване на широк кръг от научни и приложни задачи. В този смисъл по отношение темата на настоящото проучване могат да се посочат резултатите от научни и научно-приложни изследвания, представени във връзка с приложения на ГИС - в т.ч. компютърна картография и интернет приложения (Кастрева, 2011; Попов, Коцев, 2011; Попов, 2012), създаване на пространствени бази данни в ГИС и инфраструктура за пространствени данни (Филипов, 2010; Вацева, 2015; Филипов 2016; Pashova, Bandrova, 2017; Черкезова и др., 2017), картографска визуализация и моделиране (Кастрева и др., 2015; Tcherkezova, Sarafov, 2015; Dinkov, Vatsева, 2016; Гърциянова, 2016; Bandrova, Pashova, 2017; Динков, 2018) и др. Получените резултати от изследванията на автора на настоящия дисертационен труд, по отношение на уеб ГИС разработки, са представени в следните публикации: Sandinska, 2016; Sandinska and Vatsева, 2016; Сандинска, 2017.

С разработването на съвременни услуги и портали за автоматизирано и пълноценно използване на геопространствена информация със специфично приложение в уеб пространството (справедливо оприличавани като интелигентни платформи за масов достъп до пространствени данни) се дава оптимален шанс за максимално разгръщане на потенциалната стойност на международните отношения със социална, икономическа и екологична насоченост (Neumann, 2008; Tang and Selwood, 2010; Salim, 2014).

В заключение, потенциалното развитие на ГИС зависи изключително много както от разумното балансирано обединение на притока от познания на компютърните специалистите (*в сферата на развиване на информационните технологии*) с притока от познания на ГИС специалистите (*в сферата на анализиране на географското пространство*), така и от целенасоченото разширяване на обхвата на отворените и доброволческите дейности (Craciunescu et al., 2012; Avagyan et al., 2016).

1.2. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РАЗРАБОТКИ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ С НАСОЧЕНОСТ КЪМ БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ТУРИЗЪМ

За оценка на реалната ситуация за кои национални и природни паркове в България има разработени уеб ГИС приложения, е извършено проучване с проведени анкетирания към всички паркови дирекции. Резултатите показват следното:

- 1) За всички **три национални парка** (Пирин, Централен Балкан и Рила) има разработени действащи **уеб ГИС приложения**: от една страна - или за **общо ползване**, или за **вътрешна употреба**, а от друга - или за **настолен достъп**, или за **мобилна платформа**.
- 2) От всички **единадесет природни парка** (Витоша, Златни пясъци, Русенски лом, Шуменско плато, Сините камъни, Врачански балкан, Странджа, Рилски манастир, Персина, Българка и Беласица) единствено за **най-големия по площ природен парк** (Странджа) има разработено действащо уеб ГИС приложение.

В резултат на гореизложеното, всички паркови дирекции без уеб ГИС разработки изявяват желание за технологично развитие в тази посока, но споделят, че се нуждаят от помощно финансиране. При част от тях вече **е започнала разработка**, при други **се очаква въвеждане**, а при останалите **се планира изпълнение** (или в обозримо бъдеще, или в дългосрочен план).

Разгледаните обстоятелства още веднъж потвърждават актуалността на уеб ГИС разработките, в частност - настоящия дисертационен труд, свързан с разработката на действащо уеб ГИС приложение за ПП „Българка“.

В края на частта са анализирани две примерни уеб ГИС разработки за защитени територии (за Природен парк „Странджа“ и Биорегион „Карпати“ - с предоставени възможности за *визуализация, интеракция, интерпретация и редакция*), с оглед детайлизиране и прецизиране на структурата и функционалността на разработваното уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“.

1.3. КЛЮЧОВИ МОМЕНТИ ПРИ РАЗРАБОТКА НА УЕБ БАЗИРАНИ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ

❖ ВИДОВЕ УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ

Разгледани са основни видове уеб ГИС приложения, както според начина на визуализацията - *статична или интерактивна*, така и според обема на входните данни - *със или без сървърен компонент* (Malysheva et al., 2016).

❖ ВИДОВЕ ОБЛАЧНИ УСЛУГИ

Представени са облачни услуги с различни характеристики - *онлайн софтуери* (използвани от *обикновени потребители*), *онлайн платформи* (използвани от *софтуерни разработчици*) и *онлайн инфраструктури* (използвани от *системни администратори*) (Kamburov et al., 2016), като техните възможности са пояснени на Фиг. 1.6.

❖ ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА РАЗЛИЧНИ ПОДХОДИ ЗА РАЗРАБОТКА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ

Анализирани са основни предимства и недостатъци на различни подходи за разработка на уеб ГИС приложения (Divjak et al., 2012; Chun et al., 2014), по отношение на: *задаване на карта на проекция, представяне на картно съдържание, извършване на картографска и моделна генерализация, изграждане на структура и добавяне на функционалност, включително избиране на оформление за крайния продукт*.

❖ ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА НАЙ-ПОПУЛЯРНИТЕ СОФТУЕРИ ЗА РАЗРАБОТКА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ

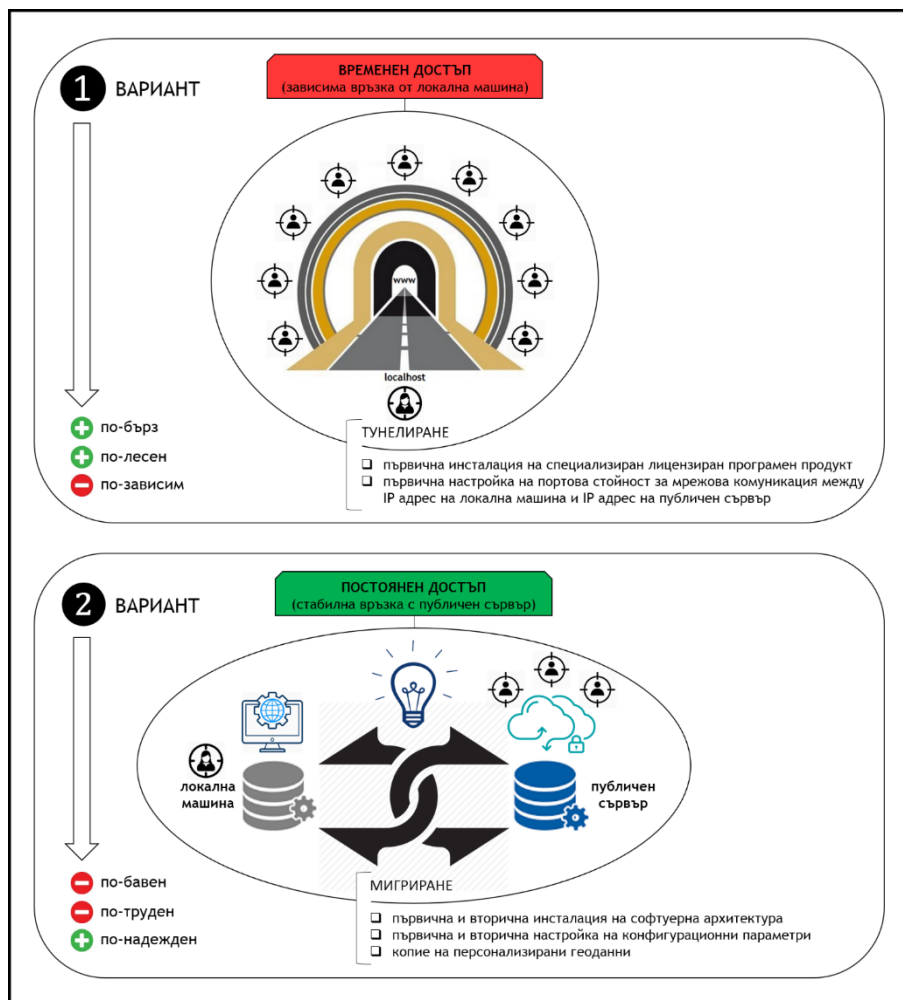
Разгледани са основни предимства и недостатъци на най-популярните софтуерни избори за: *настолен ГИС софтуер, система за управление на обектно-реляционна база данни, уеб картен сървър, уеб HTTP сървър, динамична библиотека, уеб браузър*, във връзка с коректно извършване на целесъобразен подбор от софтуерни продукти при разработка на уеб ГИС приложения с различни **обезпечения, приложения, мащаби и възможности**. Въпреки небезизвестната широка обществена подкрепа за масово свободно софтуерно използване, платените програмни продукти безспорно притежават по-гъвкави и по-ефективни функционални възможности, многократно превишаващи тези на безплатно предоставените.

Все пак, изборът на конкретна програмна платформа зависи изцяло от: наличните средства за материални разходи, изискуемите нужди на текущия проект, оперативните процеси с геопространствени данни и професионалния опит на специалиста-изпълнител.

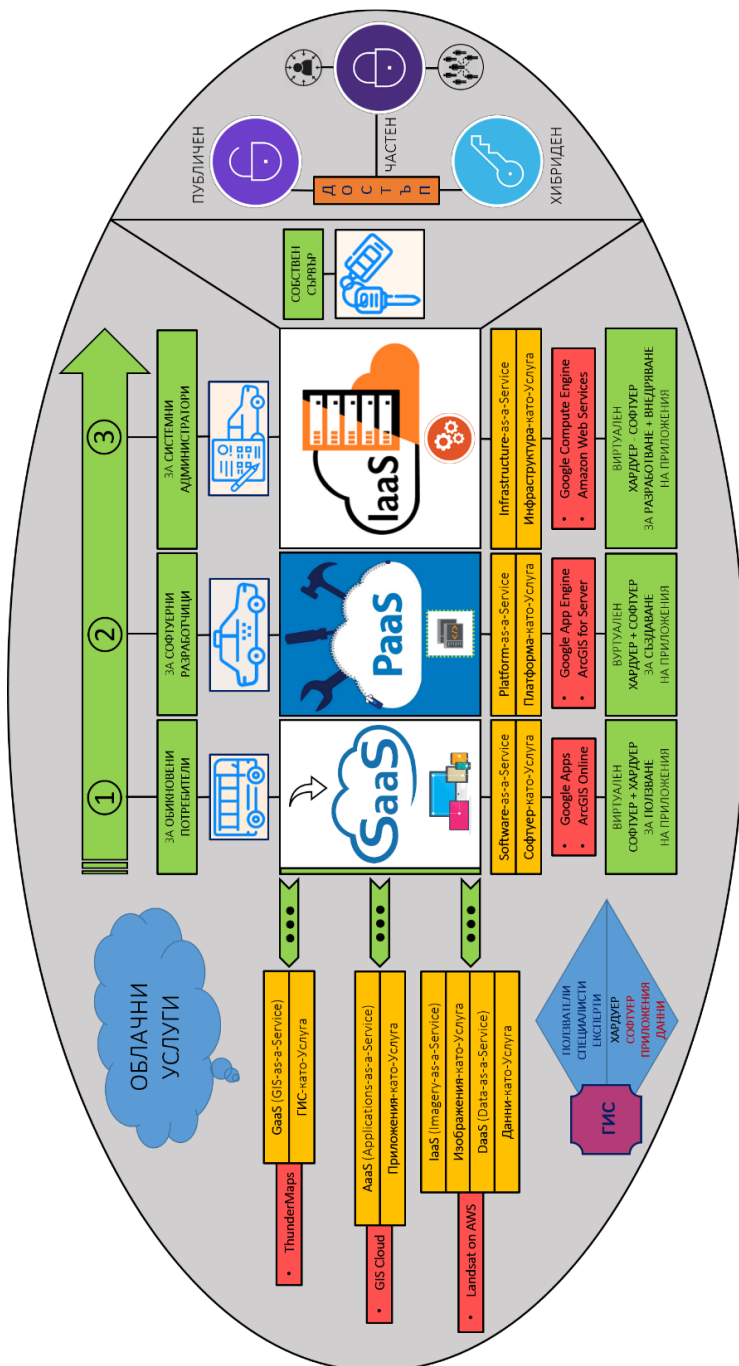
❖ **ВЪЗМОЖНИ ВАРИАНТИ ЗА УСПЕШНО ТРАНСФЕРИРАНЕ НА ЛОКАЛНО ТЕСТВАНИ УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ ЧРЕЗ УЕБ ХОСТИНГ**

Общоприета практика е продължителното тестване по време на етапното разработване на уеб ГИС приложения да се извършва на локалната машина (през т.нар. localhost). След окончателното приключване на този процес могат да бъдат приложени две основни алтернативи за успешно трансфериране в уеб среда: тунелиране или мигриране (обединени под общото название **хостване** (чрез т.нар. **hosting**)) - Фиг. 1.7.

В зависимост от възприетия подход се налагат различни необходимости, във връзка с използване на **специализиран софтуер** и **мрежова конфигурация**, или **онлайн инфраструктура** и **системна администрация**.



Фигура 1.7. Тунелиране и мигриране на локални разработки на глобално ниво



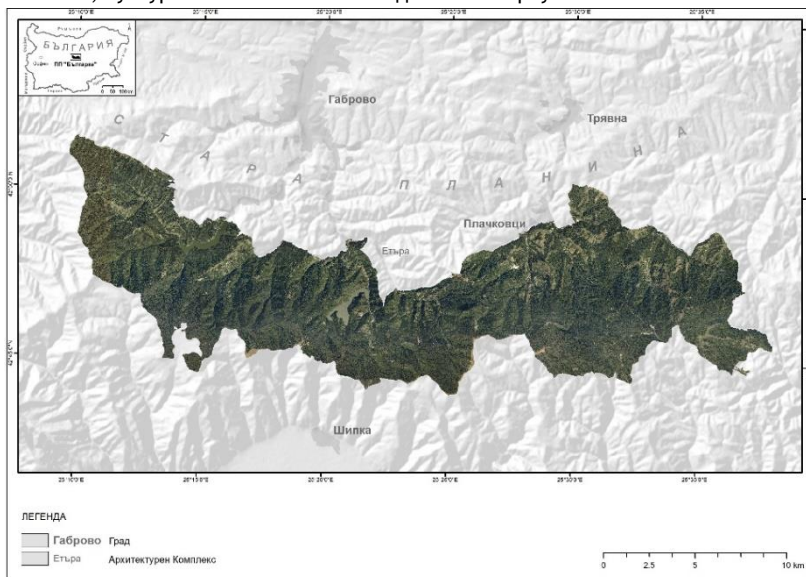
Фигура 1.6. Характеристики на облачните услуги на SaaS, PaaS и IaaS

1.4. РАЙОН НА ИЗСЛЕДВАНЕ

1.4.1. МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ

Изследваният район обхваща територията на Природен парк „Българка“ (ПП „Българка“) (Фиг. 1.8), който е разположен в централната част на България, като включва както билни части и северни склонове на Централна Стара планина (в т.ч. Шипченска планина и Тревненска планина), така и части от прилежащия Предбалкан. Неговият пространствен обхват е в диапазона от $42^{\circ}44'01''$ до $42^{\circ}51'31''$ N (сев. геогр. шир.) и от $25^{\circ}09'39''$ до $25^{\circ}38'02''$ E (изт. геогр. дълж.). Районът се намира в близост до източната граница на Национален парк „Централен Балкан“, като включва извори на река Янтра и нейни основни притоци в изворните им части.

Съгласно административното деление на Република България, ПП „Българка“ попада на територията на три общини: Габрово (57%) и Трявна (39%) в област Габрово, и Мъглиж (4%) в област Стара Загора. Районът включва **два града** и **23 села**, които оказват социални, икономически, културни и екологически въздействия върху него.



Фигура 1.8. Карта на местоположението на ПП „Българка“

1.4.2. ПРИРОДОЗАЩИТЕН СТАТУТ

Природен парк „Българка“ е обявен за защитена територия през 2002 г. (Заповед № РД-775/9.08.2002 на Министерството на околната среда и водите - МОСВ) по **Закона за защитените територии**. Площа на парка съгласно цифрови данни е 23 691,63 ha. Обявяването на Природен парк „Българка“ е извършено с цел „Опазване, възстановяване и поддържане на букови екосистеми и ландшафти в Габровския и Тревненския дял на Централна Стара планина“ (ИАОС, 2018). Съгласно Закона за защитените територии (ЗЗТ, 2018), чл. 29. (1) „За природни паркове се обявяват територии, включващи разнообразни екосистеми с многообразие на растителни и животински видове и на техните местообитания, с характерни и забележителни ландшафти и обекти на неживата природа“. В този смисъл, ПП „Българка“ е обявен поради необходимостта от защитата на естествените букови гори (Прил. 1, Фиг. 1), включително извора на река Янтра (връх Хаджи Димитър) и нейните притоци - р. Козята, р. Сивяк, р. Бялата и р. Белица.

Съгласно *Закона за биологичното разнообразие*, изследвания район попада в обявената през 2013 г. (Заповед № РД-848/08.11.2013 на МОСВ) *защитена зона „Българка“* (идентификационен код **BG0000399**) от общоевропейската екологична мрежа *Натура 2000* и по двете Директиви на Европейския съюз - Директива 92/43/ЕЕС за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна (*Директива за хабитатите*) и Директива 2009/147/ЕС за опазване на дивите птици (*Директива за птиците*) (Натура 2000, 2016-а-б; ДПП „Българка“, 2016-г).

Във връзка с природозащитната дейност, в териториалния обхват на Природен парк „Българка“ са включени: **5 защитени местности** (*Студен кладенец, Соколкин манастир, Мъхченица-Йововци, Столица и Естествено тисово находище*) и **3 природни забележителности** (*Виканата скала, Големия бук и Мъхнатите скали*) (ДПП „Българка“, 2016-б-в).

В културно-исторически аспект, в териториалния обхват на ПП „Българка“ попадат: *Шипченския проход*, свързващ Северна с Южна България, *Архитектурно-етнографският комплекс „Етъра“* и част от *Националният парк-музей „Шипка-Бузлуджа“ - исторически и архитектурен резерват* (Прил. 1, Фиг. 2), а в непосредствена близост се намира *местността Узана - географският център на България* (ДПП „Българка“, 2016-е).

1.4.3. МОРФОХИДРОГРАФСКА ХАРАКТЕРИСТИКА

Разгледани са морфохидрографските особености на района във връзка с разработването на част от входните данни, които са използвани като общогеографски информационни слоеве за разработката на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“.

В морфологията на ПП „Българка“ се разграничават пет части: *Шипченско-Бузлуджанска част* (това е частта с най-голяма средна надморска височина: връх Караджова кула - 1512 m); *билната част на Тревненска планина с местността „Извора“* (с най-висока част: връх Бедек - 1488 m); *района „Студен кладенец - Конарското“ в Тревненска планина; част от северните склонове на Шипченска планина; и прилежащи части от Предбалкана.*

Територията на изследвания район се отнася към нископланинския (от 500 m до 700-900 m) и среднопланинския (от 700-900 m до 1800-1900 m) пояси. Районът има средна надморска височина 870 m и денивелация около 1120 m. Най-ниската и най-високата точки в района на ПП „Българка“ се намират съответно на 457 m (в района на АЕК „Етъра“, в северната част) и на 1512 m (вр. Караджова кула, Стара планина).

През територията на ПП „Българка“ преминава Главният вододел на България (с обща дължина в парка от около 55 km), който разделя Средиземноморската от Черноморската отточна област. Парковата територия обхваща част от водосбора на река Янтра и нейни основни притоци, както и язовир „Христо Смирненски“.

1.4.4. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Данните за екосистемното и видовото разнообразие (т.е. за хабитатите - представлявани съответно от природните местообитания и целевите видове) в изследвания район са разгледани във връзка с разработването на основна част от входните цифрови данни, които са използвани като тематични информационни слоеве за разработката на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“. Голяма част от наличната геоинформация е предоставена от парковата администрация, а останалата е получена от теренни изследвания и онлайн източници (ДПП „Българка“, 2016-а), като за целите на настоящото изследване събраните геоданни са подложени на допълнителна обработка и актуализация.

Разгледани са природните местообитания, като специално внимание е обърнато на горския фонд на Природния парк, във връзка с неговото числено превъзходство - приблизително 80% от общата площ. В него основно място заема букът (около 60%), който способства както за сформирането на растителни съобщества с консервационна стойност, така и за задържането на водни ресурси и оформянето на мъртва дървесина.

Посочени са конкретни примери на уникални, редки и значими растителни и животински видове (опазвани както от българското, така и от европейското законодателство) с представители на *безгръбначни, риби, земноводни, влечуги, бозайници* (в т.ч. *прилепи*) и *птици*. Определена част от тях представляват ендемични видове - т.е. видове, които са срещани единствено в България или в рамките на Балканския полуостров. Специално внимание е обърнато на лечебните растения, които представляват над 1/3 от парковата растителност и близо 70% от диворастящите лечебни видове в страната. В зависимост от степента на застрашеност, те са съотнесени към различни природозащитни категории, вследствие на което са включени в: *Червена книга на България, Червен списък на висшите растения в България, Закон за биологичното разнообразие, Конвенция по международна търговия със застрашени видове от дивата флора и фауна (CITES) и Специален режим на ползване.*

1.4.5. ТУРИЗЪМ

Данните за туристически маршрути в изследвания район са разгледани по-подробно във връзка с разработването на основна част от входните цифрови данни, които са използвани като тематични информационни слоеве за разработката на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“. Голяма част от наличната геоинформация е предоставена от парковата администрация, а останалата е получена от теренни изследвания и онлайн източници (ДПП „Българка“, 2016-д), като за целите на настоящото проучване събраните геоданни са подложени на допълнителна обработка и актуализация.

На територията на ПП „Българка“ се развиват разнородни форми на **планинския туризъм, екотуризма и селския туризъм**, като в дисертационния труд са представени единствено най-практикуваните: пешеходния и велосипедния, които са тясно свързани с автомобилния транспорт, който се обезпечават от републиканската и общинската пътни мрежи, посредством основните входни пунктове към парка от *гр. Габрово, гр. Трявна, гр. Плачковци и гр. Шипка.*

➤ ПЕШЕХОДНИ МАРШРУТИ:

- ❖ **ЕВРОПЕЙСКИ ТУРИСТИЧЕСКИ МАРШРУТ Е-3 (КОМ-ЕМИНЕ)** - *Част от маршрута Е-3 (свързващ условно Атлантическия океан с Черно море) преминава по протежение на ПП „Българка“, свързвайки много други маршрути от север и юг (Прил. 1, Табл. 1);*
- ❖ **В1 (ПП „БЪЛГАРКА“)** - *Маршрутът преминава по протежение на ПП „Българка“, обхождайки всички най-значими и интересни обекти на територията - защитени местности, природни забележителности, културно-исторически места и китни села със запазена архитектура (Прил. 1, Табл. 2);*
- ❖ **В2 (ГР. ТРЯВНА - Х. „ГРАМАДЛИВА“);**
- ❖ **В3 (ГР. ТРЯВНА - Х. „БУЗЛУДЖА“ (ПО ВЕРЕЙСКИЯ ДРУМ));**
- ❖ **В4 (С. РАДЕВЦИ - ГД „БЪЛГАРКА“);**
- ❖ **В5 (ГР. ПЛАЧКОВЦИ (КВ. ЦЕНТЪР) - ГР. ГАБРОВО (КВ. ЯБЪЛКА));**
- ❖ **В6 (ГР. ГАБРОВО (КВ. ЯБЪЛКА) - Х. „БУЗЛУДЖА“);**
- ❖ **В7 (С. ПОТОК - ЧЕШМА „ЕВЕРЕСТ“);**
- ❖ **В8 (С. ПОТОК - ВР. ШИПКА);**
- ❖ **В9 (ГР. ГАБРОВО (АЕК „ЕТЪРА“) - ВР. ШИПКА);**
- ❖ **В10 (ГР. ГАБРОВО (КВ. РАДЕЦКИ) - ВР. ШИПКА);**
- ❖ **В11 (ГР. ГАБРОВО (КВ. РАДЕЦКИ) - ВР. ШИПКА);**
- ❖ **В12 (ГР. ГАБРОВО (КВ. ХАДЖИЦОНЕВ МОСТ) - Х. „УЗАНА“);**
- ❖ **В13 (М. ЛЮЛЯЦИТЕ - М. УЗАНА) и ФТ („ПО ПЪТЯ НА ЧЕТАТА НА ФИЛИП ТОТЪО“).**

➤ ВЕЛОСИПЕДНИ МАРШРУТИ

1.5. ВХОДНИ ДАННИ

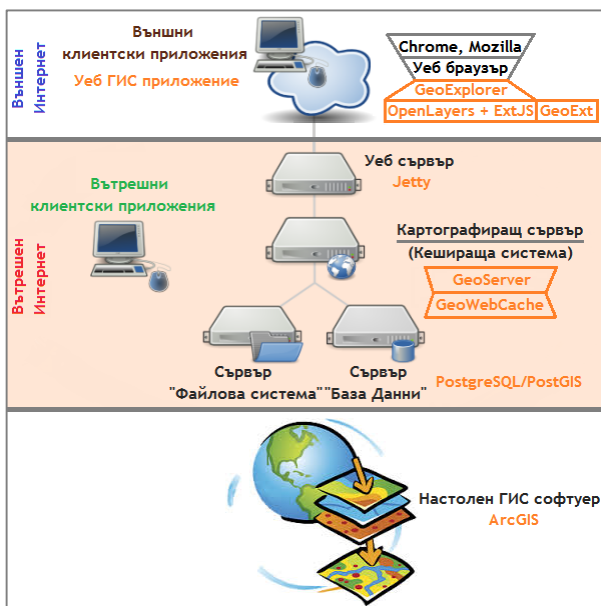
Като входни данни за разработка на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ са използвани **22 общогеографски** и **57 тематични географски информационни слоеве**, във връзка с картографското представяне на биоразнообразието и туризма, с избрани тематични направления за: *картен обхват, местоположение на района, математическа основа, хидрографска мрежа, транспортна мрежа, населени места, екосистемно разнообразие, биологично разнообразие, природни обекти и туристическа инфраструктура*. Повечето от геоданните присъстват във векторен вид, като по отношение на природните местообитания и целевите видове (растенията и животните) са използвани в допълнение и растрени данни.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“

2.1. СОФТУЕРНА АРХИТЕКТУРА ПРИ РАЗРАБОТКИ НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЯ

Уеб разработката на ГИС приложения се основава на концепцията и средствата, които се предлагат от съвременните географски информационни системи (ГИС) и информационни технологии (ИТ). В зависимост от финансовата обезпеченост, софтуерните приложения се подразделят на 2 основни групи: свободни с отворени кодове и закупени с търговски намерения. На практика, софтуерните решения с отворен код се разработват под зависимост на различни оупън-сорс лицензи. Тяхната главна задача е да способстват за осъществяването на баланса между правата на софтуерните ползватели и продуктите разработчици.

Типичен пример за софтуерна фондация е **Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)**, която е рамка на множество популярни софтуерни продукти с отворен код, включително **QGIS, PostGIS, GeoServer** и **OpenLayers** (Roth, 2016), повечето от които са залегнали в основата на текущата разработка - Фиг. 2.1.



Фигура 2.1. Приложена системна архитектура на Уеб ГИС

Оценъчните критерии за бързо и качествено изграждане на ГИС приложения под формата на уеб разработки се изразяват в:

- 1) *Избраната композиция от софтуерни продукти;*
- 2) *Подбраното съдържание за картографираната територия (както общогеографското, така и тематичното);*
- 3) *Възприетата функционалност за плавна интеракция в интернет (с разнородни пространствени обекти и разнотипни атрибутни характеристики);*
- 4) *Наличните умения на конкретния изпълнител.*

Заклучено е, че най-голямото предизвикателство пред уеб ГИС специалистите е свързано със споделянето на обемни геобазни данни в уеб среда за максимално кратък срок. В този смисъл, като **най-адекватна софтуерна архитектура** (независимо от многообразните програмни вариации) се счита тази, която се базира на употреба на уеб ГИС технологии с участие на **сървърен компонент**, **извличащ** нужната пространствена информация от геобазни данни и **пренасящ** възприетата настолна визуализация на изследваната територия в уеб среда.

2.2. ArcGIS - ИНТЕГРИРАНА ФАМИЛИЯ ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ

Представена е интегрирана фамилия от софтуерни продукти на ESRI (ЕСРИ) за създаване на цялостна географска информационна система (Фиг. 2.2), при което са описани възможности на настолни и сървърни, включително уеб и мобилни решения - в т.ч. онлайн софтуера на ArcGIS Online и онлайн платформата на ArcGIS for Server, разглеждани като облачни услуги.

В допълнение са анализирани специализирани приложения и програми за оптимизирано и гъвкаво манипулиране на геопространствена информация. Заклучено е, че ArcGIS продуктите решения позволяват изключително улеснено и непрекословно остойностено реализиране на бърз, но скъп процес на разработка, за разлика от сравнително затруднено, но оптимално разгърнато провеждане на бавен, но евтин процес на разработка, характерен за уеб ГИС софтуерните приложения с отворен код.



Фигура 2.2. ArcGIS интегрирана фамилия от софтуерни продукти

2.3. PostgreSQL/PostGIS - УПРАВЛЕНСКА СИСТЕМА НА ГЕОБАЗИ ДАННИ

PostgreSQL/PostGIS е напълно безплатна система с отворен софтуерен код за управление на обектно-реляционна база данни (т.нар. „**Object-Relational Database Management System**“), включваща широк спектър от възможности за съхраняване и манипулиране на всякакъв тип геопространствени обекти (PostGIS, 2016), във връзка с:

1. Геопространствено дефиниране на разнородни типове географски обекти с различна димензионалност (измерност) - точка, линия и полигон.
2. Мултидимензионално (многоизмерно) индексирание на разнотипни геообекти с цел бързина на достъпа.
3. Прилагане на геопространствени функции върху част от обектите, по отношение на запитвания за геопространствени характеристики и взаимоотношения.

Комбинирането на геопространствени типове данни, индекси и функции осигурява гъвкава структура за оптимизирано изпълнение и задълбочен анализ (Penn State, 2015-б).

Всички обикновени бази данни притежават т.нар. „методи за достъп“ (по-известни сред масовата общественост под названието индекси), които най-често са с дървовидна структура. Най-голямо одобрение сред потребителското звено намира пространственото индексирание чрез R-дървета (т.нар. „R-trees“), които са заложили в PostGIS. Те се използват повсеместно, за да осигурят бързо посещение на произволно избран поднабор от данни. Базовите приложими операции върху основните дървовидни структури включват търсене, добавяне и изтриване, като времето за тяхното изпълнение е тясно свързано с височината на дървото. При работа с геопространствени обекти в различни измерения се създават разнообразни ситуации, при които отделни видове обекти могат да се припокриват отчасти, да се съдържат едни в други, или изобщо да не споделят обща територия. Ето защо, за индексирането на пространствени бази данни е прието да се използва т.нар. „пространствен индекс“, който отговаря на въпроса „Кои обекти се намират в точно определена оградаща кутия (т.нар. „bounding box“)?“ (Фиг. 2.5).



Фигура 2.5. Оградаща кутия

Резултатът от такъв тип пространствено запитване се изчислява значително интензивно, поради факта, че за еталонен шаблон се използва сравнително опростената геометрична фигура на правоъгълник. Дори най-сложните начупени линии и полигони могат да бъдат репрезентирани чрез използване на правоъгълник за оградаща кутия, но за сметка на това, при този метод на работа се предоставят задоволителни приблизителни първоначални резултати.

Понастоящем, софтуерната имплементация на пространствени индекси варира рутинно, съобразно използването на различни видове приложения за пространствени бази данни, благодарение на които се осигурява пълен набор от функционални операции за: *анализиране на геометрични компоненти, определяне на пространствени взаимоотношения и манипулиране на разнородни геометрии*. В тази връзка може да се заключи, че геопроектинг инструментариумът способства за ефективното постъпково изграждане на всеки ГИС проект. Без неговото целесъобразно прилагане, действителното постигане на съществени и достоверни междинни или крайни аналитични резултати би било практически нереализуемо, или още по-лошо - некачествено изпълнимо.

На практика, стандартният начин за съхраняване, манипулиране и анализиране на геопространствени данни се извършва чрез ГИС софтуер, използващ *.shp файлове. Шейп файлът представлява колекция от задължителни файлове (*.shp - обектно местоположение, *.shx - пространствена индексация и *.dbf - обектни характеристики) и опционални (*.prj - картна проекция, *.xml - структурна организация на асоциирани с шейп файла метаданни (т.нар. данни за данните), *.sbn и *.sbx - структурна индексация за оптимизиране, и *.cpg - приложна кодировка) (Rose, 2010; GISGeography, 2016-6).

Забележка: За удобство, в PostGIS се използва т.нар. SRID (Spatial Reference Identifier - Пространствен Референтен Идентификатор), дефиниран от EPSG (European Petroleum Survey Group - Европейската Група за Петролно Проучване), който трансформира дефинираните (географска и проекционна) координатни системи от *.prj файла в цяло число).

Шейп файловият формат обаче има следните недостатъци, които са свързани с:

1. Ограничената възможност за прочит и запис на данни само от специализиран софтуер.
2. Неблагоприятната вероятност от повреда на файла, в резултат на многопотребителски актуализирани презаписвания на геопространствена и/или атрибутна информация, във връзка с персонализирани вмъквания на допълнителна функционалност чрез софтуерно приложен програмен код.
3. Трудоемките и времеемки процеси за обработка и визуализация на резултати от по-задълбочени запитвания, базирани на прелистване и отговаряне на стотици хиляди редове специализиран програмен код.

Изброените по-горе конфликтни ситуации не присъстват в работна среда на PostGIS, тъй като тя играе ключова роля при:

1. Осигуряването на абстрактен подход за достъп и анализ на произволни пространствени данни чрез използване на универсалния език за структурирани запитвания на SQL.
2. Разграничаването на потребителски роли, съобразно дефинирането на правила за достъп до пространствени данни и възможности за редакция при установени промени.
3. Получаването на бързи резултати от по-задълбочени запитвания в рамките на кратък SQL израз.

Наличието на SQL метод за универсален достъп до пространствени данни значително улеснява изграждането и надграждането на уеб ГИС приложения, тъй като при този подход създаването неудобства при специализирана работа с големи набори от сегментирани данни могат лесно да бъдат преодолявани чрез съвместно диференцирано и оптимизирано съхраняване в база данни (Boundless, 2016-a).

В заключение, възможностите за: публичен достъп от множество потребители, коректен отговор на сложни заявки и ефективна манипулация на обемни данни, изразяват най-съществените приноси на системите за управление на обектно-реляционни бази данни, които заслужено ги диференцират от системите за управление на организирани файлови структури.

2.4. GeoServer & GeoWebCache - КАРТОГРАФИРАЩ СЪРВЪР И КЕШИРАЩА СИСТЕМА

GeoServer - КАРТОГРАФСКИ СЪРВЪР

По дефиниция, обикновените уеб услуги представляват софтуерни системи, които са предназначени да поддържат оперативното междумашинно взаимодействие в определените за целта мрежови пространства. На практика, уеб услугите притежават интерфейс, описан в WSDL (Web Service Definition Language) машинно обработваем формат.

В конкретика, взаимодействието с уеб услуги се извършва по оказан описан начин, чрез SOAP (Simple Object Access Protocol) съобщения, най-обикновено предавани чрез HTTP (Hypertext Transfer Protocol) протокол с XML (Extensible Markup Language) сериализация, във връзка с използване на уеб стандарти.

В допълнение, геопространствените уеб услуги надграждат обикновените с добавените възможности за: *междукompютърно изпращане и получаване на пространствени заявки, анализиране на обработена информация и връщане на целесъобразен отговор*, на база конкретизиран пространствен компонент (Boundless, 2016-b).

От гледна точка на функционалност, геопространствените уеб услуги се диференцират спрямо 4 категории показатели:

- 1) Прочитане;
- 2) Създаване;
- 3) Обновяване;
- 4) Изтриване.

Най-ниското йерархично звено (*прочитане*) позволява единствено обикновен персонален достъп до геометрични и атрибутивни данни, докато останалите три йерархични звена (*създаване, обновяване и изтриване*) се изпълняват единствено в административен режим с потребителско право на допълнителна редакция.

Първоначално, за осъществяване на връзка между машинни устройства (компютри) е необходимо да бъдат зададени хостови (**host**) и портови (**port**) характеристики. Хостът дефинира машинното наименование, а портът диференцира комуникационните съобщения, позволявайки на дадена машина да изпълнява едновременно различни заявки - независимо задействани на самостоятелни портове.

Впоследствие, за осъществяване на комуникация между машинни устройства могат да бъдат използвани протоколни спецификации, като:

- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol);**
- **HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure);**
- Допълнителни уеб протоколи за размяна на и-мейл съобщения, трансфер на обемни файлове и търсене на локални машини.

Уеб протоколите изпълняват ролята на „нотариус-регулировчик“ в комуникационните компютърни отношения, тъй като:

- Установяват връзка между машини, но само при изявено съгласие на двете страни;
- Дефинират вида на съдържанието, участващо в Интернет обмена на потребителски данни;
- Указват хода на действие, дефиниращо ролевата последователност на свързани машини.

За създаването на една професионално издържана уеб страница е необходимо да бъдат използвани следните 3 програмни езика (Špulák and Brothánek, 2014; Penn State, 2015-д; БГКОД, 2016; Iturrioz et al., 2016):

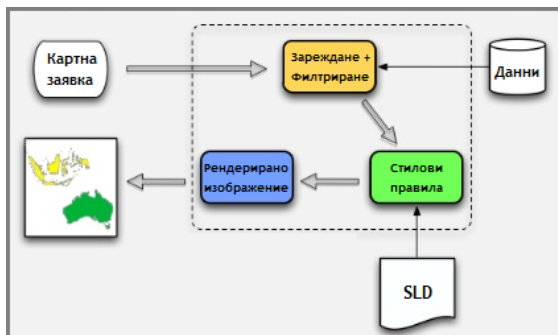
1. **HTML (Hypertext Markup Language)** - за представяне на желаното съдържание.

Аналогов пример на **HTML** подхода, но в частност на географски информационни слоеве, представляват *специфицираните отворени геопространствени уеб услуги (Open Geospatial Consortium Web Services)* с адаптивно приложение в рамките на *информационно-технологичната уеб-базирана трислойна архитектура (Three-Tier Architecture)*, показана на Фиг. 2.8, състояща се от: **база данни (PostGIS)** - или т.нар. „бек енд част“ на разработката (скрита за крайния потребител), **сървърен компонент (GeoServer)** - или т.нар. „бизнес слой“ на разработката, съставляващ междинното звено на разработката за обработката на геопространствените данни и работните процеси, и **клиентска част (OpenLayers)** - или т.нар. „фронт енд част“ на разработката (видима за крайния потребител) (Kurowska et al., 2014; Barancsik and Gáspár, 2016; Dobrinkova et al., 2016). **OGC** отворените геопространствени уеб услуги съдействат за осъществяването на правата и обратната комуникационни връзки: **клиент-сървър** и **сървър-клиент**, чрез използване на **HTTP** хипертекстови трансферни протоколи и **OGC** отворени геопространствени уеб стандарти за специализирани (т.нар. „ad hoc“) и общоприложни (т.нар. „de facto“) нужди (Anderson and Moreno-Sanchez, 2003; Köbben, 2010-a; Reed, 2011; Bauer, 2012; Köbben, 2015-a; Penn State, 2015-в), начално създадени и поетапно усъвършенствани от международни стандартизиращи организации, като:

- **International Organization for Standardization (ISO, 2016)** - дефинира пространствена терминология и моделни данни за надеждно осигуряване на оперативно съвместяване между географски системи;
- **World Wide Web Consortium (W3C, 2016)** - дефинира трансферни протоколи за междумашинно синхронизиране в Интернет пространството;
- **Open Geospatial Consortium (OGC, 2016)** - дефинира уеб стандарти за потребителско публикуване на пространствена информация;

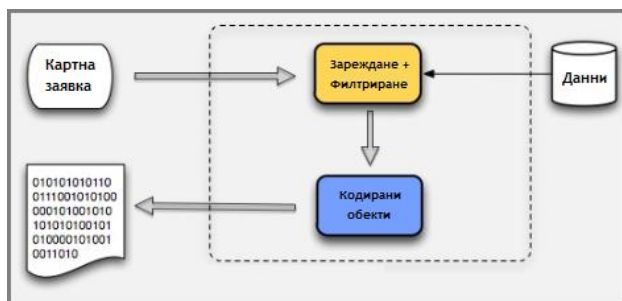
- **International Association of Oil & Gas Producers (IOGP, 2016)** - дефинира EPSG набор с геодезически параметри за облекчено комуникиране между географски системи. Най-често прилаганите **Open Web Services (OWS)** отворени уеб услуги (Scott, 2007; Li et al., 2010; Köbben, 2010-6; Moses, 2011; Alberdi et al., 2014; Ivánová, 2015; Penn State, 2015-г), поддържани от уеб картографски сървъри със свободнодостъпен код са:

➤ **WMS (Web Map Service)** - Протокол за визуализация на геореферирани изображения (Фиг. 2.6).



Фигура 2.6. WMS протокол

➤ **WFS (Web Feature Service)/WFS-T (Web Feature Service Transactional)** - Протокол за достъп до геообекти/Протокол за редакция (създаване, обновяване и изтриване) на геообекти (Фиг. 2.7).

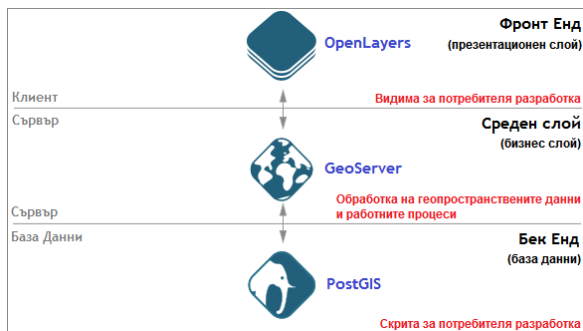


Фигура 2.7. WFS протокол

- **WCS (Web Coverage Service)** - Протокол за достъп до земно покритие (растерен аналог на WFS).
- **WPS (Web Processing Service)** - Протокол за обработване (имплементиране) на процеси с геопространствени данни
- **WMTS (Web Map Tile Service)** - Протокол за визуализация на генерирана съвкупност от множество изображения, представляващи отделни фрагменти от едно цяло картно изображение (т.нар. „картни тайлове“).

2. **CSS (Cascading Style Sheets)** - за стилизиране на заложеното съдържание.

Аналогов пример на **CSS** подхода, но в частност на географски информационни слоеве, представлява отворената спецификация на **Styled Layer Descriptor (SLD)** за описание на стилове на слоеве. По същество, кодовата структура на файлове с разширение *.sld се базира на програмния език **Extensible Markup Language (XML)**.



Фигура 2.8. Уеб-базирана трислойна архитектура

3. JS (JavaScript) - за динамизиране на стилизираното съдържание.

Аналогов пример на **JS подхода**, но в частност на географски информационни слоеве, представляват специфицираните отворени приложения със свободностъпен код на **OpenLayers** и **ExtJS** за изграждане на уеб ГИС приложения, които поддържат **JavaScript** библиотеки за дефиниране на интерактивно поведение на структурните елементи на цялата уеб страница - както на отделните панели и инструменти (формиращи изгледа на уеб ГИС приложението), така и на географските обекти (попадащи в рамката на картата).

На практика, съществуват **три** начина, по които може да се конфигурира **GeoServer** (GeoServer, 2016):

- През **брауърно клиентско приложение (Chrome, Mozilla)** - чрез използване на уеб администраторски интерфейс (подходящо за масовия потребител);
- През **REST API (REpresentational State Transfer Application)** - чрез инсталиране на разпределителна системна рамка (базирана на уеб протоколи и технологии), включваща методология за програмна манипулация на уеб-сървъри, отчитаща взаимодействията клиент-сървър, осъществени по време на трансфера на данни (подходящо за експерти);
- През **data directory** файлова директория на GeoServer - чрез редактиране и презареждане на конфигурационни файлове „на ръка“ (обикновено не се препоръчва). Програмният интерфейс на **GeoServer for OpenGeo Suite Enterprise** (OpenGeo Suite, 2016) включва **11** секции, **9** от които са включени по подразбиране в **GeoServer**:

1. **Welcome** - Начална страница на GeoServer с изглед на публикувани геоданни за:

- Географски Информационни Слоеви (**Layers**);
- Складови пространства (**Stores**);
- Работни пространства (**Workspaces**).

2. **Service Capabilities** - Списък с поддържани сървърни услуги на:

- **CSW** (Catalog Services for the Web);
- **WCS** (Web Coverage Service);
- **WFS** (Web Feature Service);
- **WMS** (Web Map Service);
- **WPS** (Web Processing Service);
- **TMS** (Tile Map Service);
- **WMS-C** (Web Map Service-Caching);
- **WMTS** (Web Map Tile Service).

3. **About & Status** - Достъп до информационни и диагностични сървърни инструменти, във връзка с уеб администрация и конфигурация, по отношение на заложените възможности за моментно обособяване на:
 - Сървърен статус (**Server Status**);
 - Функционална история (**GeoServer Logs**);
 - Контактна информация (**Contact Information**);
 - Описателно съдържание (**About GeoServer**);
 - Процесуален статус (**Process Status**).
4. **Data** - Администрация на геопространствено съдържание, по отношение на:
 - Визуализирани слоеве (**Layer Preview**);
 - Импортирани данни (**Import Data**);
 - Работни пространства (**Workspaces**);
 - Складови пространства (**Stores**);
 - Управленчески слоеве (**Layers**);
 - Групови слоеве (**Layer Groups**);
 - Оформителни стилове (**Styles**).
5. **Services** - Настройки на услуги, във връзка с уеб администрация и конфигурация, по отношение на заложените възможности за оперативно функциониране на:
 - **CSW** (Catalog Services for the Web);
 - **WCS** (Web Coverage Service);
 - **WFS** (Web Feature Service);
 - **WMS** (Web Map Service);
 - **WPS** (Web Processing Service).
6. **Settings** - Общи настройки, във връзка с уеб администрация и конфигурация, по отношение на заложените възможности за качествено характеризиране на:
 - Глобални дефиниционни параметри (**Global**);
 - Усъвършенствана JAVA образна диагностика (**JAI**);
 - Достъпно земно покритие (**Coverage Access**).
7. **Tile Caching** - Настройки на предварително дефинирани мащабно зависими картни тайлове, чрез персонализирано указване на:
 - Картни тайлови слоеве (**Tile Layers**);
 - Кеширащи параметри по подразбиране (**Caching Defaults**);
 - Гридова мрежа (**Gridsets**);
 - Дисково разделение (**Disk Quota**);
 - Съхранена колекция от бинарни данни в база данни (**BlobStores**).
8. **Security** - Осигуряване на сигурност, във връзка с уеб администрация и конфигурация, по отношение на заложените възможности за конкретно задаване на персонализиран и/или администриран достъп, чрез дефиниране на:
 - Базови настройки (**Settings**);
 - Персонална идентификация и упълномощаване (**Authentication** и **Authorization**);
 - Защитни пароли (**Passwords**);
 - Индивидуални клиенти, потребителски групи, ролеви услуги (**Users, Groups, Roles**);
 - Данни (**Data**);
 - Услуги (**Services**);
 - Надеждни уеб процесни услуги (**WPS security**).
9. **Demos & Tools** - Списък с разработени демонстрации и приложени инструменти за детайлно запознаване със съдържанието и функционалността на GeoServer.

Организирането на геопространствени данни в среда на GeoServer (GeoSolutions, 2016) се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекцията за дефиниране на работни пространства (**Workspaces**), чиито конфигурационни параметри (в т.ч. название и описание) остават видими за крайния потребител.

За предотвратяването на конфликтни ситуации при публикуване на геопространствена информация се използва **Namespace URI (Uniform Resource Identifier)** уникален ресурсен идентификатор за всяко работно пространство (през <http://localhost:8080/geoserver/...>).

Обособяването на конкретни места за съхранение на данни се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекцията за дефиниране на складови пространства (**Spaces**), чиито конфигурационни настройки остават неизвестни за крайния потребител.

GeoServer притежава широк спектър от функционални възможности за извличане на георесурси от: *бази данни, уеб услуги, локални растерни или векторни файлове*. Векторните и растерните графични файлови формати могат да бъдат добавени под формата на информационни масиви, получени от: **единични файлове** (*.Shp, *.GeoTIFF и др.), **изображения-мозайки** (Image Mosaic), **бази данни** (PostGIS и др.) или **отдалечени сървъри** (WMS, WFS и др.). За благонадеждно управление на множество файлове с геопространствени данни се препоръчва тяхното структуриране в база данни. За зареждане на отделен векторен или растерен файл е необходимо да се зададе само **пътеката** за локация, докато за конфигуриране на база данни е наложително да се окажат **хостът и портът** за кореспонденция, включително **потребителското име и клиентската парола**, а за зареждане на база данни е нужно да се премине през секцията „**Data**“ с подсекцията „**Import Data**“. Конкретното добавяне на индивидуални или групирани геоинформационни слоеве се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекциите за дефиниране на: индивидуални слоеве (**Layers**), или групирани слоеве (**Layer Groups**) - използвани за базови картни подложки (Köbben and Ivánová, 2015-a).

Съществуват базови различия в конфигурационните параметри при векторни и растерни слоеве, с уточнението, че необходимият минимален брой за тяхното публикуване включва:

- Наименование и заглавие (**Name** и **Title**);
- Естествено изчислени и изкуствено декларираны пространствени референтни системи (**Native SRS** и **Declared SRS**), включително три начина на поведение на GeoServer при вариант на несъвпадение - т.нар. **SRS Handling**;
- Проекционни и географски координати, изчислени от хедър файлове/метаданни таблици или от естествени граници на ограждаща кутия (**Native Bounding Box** и **Lat/Long Bounding Box**).

Все пак, добра практика е добавянето на допълнително описание, което да характеризира качеството на данните, по отношение на:

- Леснота на осигурения достъп и яснота на включеното резюме - *чрез ключови думи и кратко описание* (**Keywords** и **Abstract**);
- Точност и надеждност на предоставената геоинформация - *чрез линкове за метаданни* (**Metadata links**);
- Съдържателност на предоставената информация - *чрез линкове за данни* (**Data links**).

При необходимост от редактиране на слой, се извършва характеристична корекция в 4-те разделни полета, пряко свързани с неговото: *ресурсно конфигуриране, информационно публикуване, дименсионално отразяване и тайлово кеширане* (**Data**, **Publishing**, **Dimensions** и **Tile Caching**).

Добавянето на персонализирани стилове се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекцията за дефиниране на стилове (**Styles**) чрез прилагане на XML-базирания стандарт на **Styled Layer Descriptor (SLD)** за описание на стил за слой (GeoServer SLD Cookbook, 2016-a-в).

Извършването на стилово оформление за публикуван слой се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекцията за дефиниране на слоеве в „Publishing“ разделното поле на редактирания слой (Köbben and Ivánová, 2015-6). При липсата на опционално селектиране на допълнително дефиниран персонализиран стил, за картно визуализиране се приемат дефолтните (подразбраните) стилове - както за разнородностите (разноизмерните) геообекти (0-D за **точкови слоеве**, 1-D за **линейни слоеве** и 2-D за **полигонови слоеве**), така и за растерните символизираня.

Окончателната визуализация на възприетите условни знаци за даден публикуван слой се осъществява от секцията за администриране на данни с подсекцията за преглеждане на слоеве (**Layer Preview**), чрез използване на поддържаните изходни файлови формати на **WMS** и **WFS**.

Както всяко друго софтуерно приложение, **GeoServer** също притежава универсални подходи за регистриране и анализиране на възникнали грешки. Единият вариант се базира на последователно и обстойно изследване на процесни статуси, достъпни от секцията **About & Status** с подсекцията **GeoServer Logs**. В случая, спазването на задължителното условие за инсталация на софтуера на **GeoServer** в среда за изпълнение на **Java** (**Java Runtime Environment (JRE)**) е основополагащият фактор за последователното стеково проследяване на архивираното действително състояние на постъпилите потребителски заявки чрез **Java stack trace** инструментариума. Другият вариант е свързан със целенасочено и подробно проучване на възникнали ситуации, в които сървърът изпраща регистрирано съобщение за т.нар. „**service exception**“ (т.е. обслужващо изключение): било то поради **клиентска грешка** (некоректна клиентска заявка, непонятна за сървърно изпълнение - напр. невалиден параметър, некоректна стойност или синтактична грешка), или вследствие на **сървърна грешка** (валидна клиентска заявка, проблемна за сървърно изпълнение - напр. неправилно конфигуриране или прекомерно натоварване). Заради тези случаи, поддържаните **OGC** уеб услуги дефинират т.нар. „**service exception document format**“ (т.е. **формат за документация на обслужващи изключения**). При поява на големи затруднения обаче, се преминава към свободностъпно използване на **външна система за проследяване на казусни запитвания** (т.нар. **JIRA issue tracker** (JIRA issue tracker, 2016)).

В заключение, **Java**-базираното картографско сървърно приложение на **GeoServer** осигурява възможността за акуратно предоставяне в уеб пространството на предварително стилизирани геопространствени данни от разнороден характер. Същността на процедурното генериране на заявки с връщане на отговори се осъществява под формата на уеб услуги, визуално интерпретирани през клиентски уеб браузърни приложения от рода на **OpenLayers**.

GeoWebCache – KEШ-СИСТЕМА

GeoWebCache е безплатно уеб-приложение с отворен код, което подобрява производителността на **Web Map Service** уеб-услугата (функционално поддържана от различни картографски сървъри - като **GeoServer** уеб-приложението), чрез съхраняване на предварително рендерирани картни изображения за елиминиране на непрекъснато регенерирани потребителски заявки, посредством добавяне на отметки за услугите:

- **Web Map Service-Cached (WMS-C)**;
- **Tile Map Service (TMS)**;
- **Web Map Tile Service (WMTS)**.

Процесът по уеб-тайлово кеширане (показан на Фиг. 2.11) включва:

1. Стартиращо равноплотно фрагментиране на изходното картно изображение на множество картни тайлове;

2. Последващо селективно присъединяване на запитаните картни тайлове към системата за съхранение на кеширани файлове (след успешно предоставяне на резултатен отговор от WMS сървъра);
3. Завършващо множествено комбиниране на отделни картни тайлове като независима допълнителна опция (след окончателно приключване на процеса по мета-тайлинг - т.нар. „metatiling“) - във връзка с комплексно формиране на мета-тайлове при потребителско задаване на съответни широчинни и височинни размери за слети картни тайлове, с цел публично доставяне на единично картографско изображение, съобразно ограничителния капацитет на ресурсната памет.

Основна причина за изпълняване на мета-тайлинга е необходимостта от осигуряване на безконфликтни картографски надписвания върху генерирани рендерирани изображения (при буферните зони между картните тайлове, намиращи се в непосредствена близост), във връзка с предотвратяването на:

- Множествени повторения и припокривания;
- Частични елиминирания.

Допълнителна причина е нуждата от осъществяване на ефективна оптимизация на оперативната производителност на сървърната посредническа кешираща система на GeoWebCache.

4. Конфигуриращо опционално прибавяне на резервна буферна зона към всички картни тайлове (т.нар. „gutter“) за отстраняване на некоректно рендерирани картографски надписи. Големината на добавените резервни буферни пространства към грид-мрежовата матрица от картни тайлови изображения, включително ограниченията на дефинираните персонализирани стилове (за картографско означаване и надписване на географски обекти) към потребителската колекция от ГИС слоеве, имат решаваща роля за акуратното прилагане на символизиране и етиктиране при визуализиране след рендериране. На практика, същественият принос на резервното буферно пространство, се изразява в осигурената възможност за преизчисляване и преобразяване на разположенията на символите и етикетите по крайните ръбове на заявения картен тайл.

За елиминирание на процедурата по постоянно прекалкулиране и визуализиране на междумащабни числови преходи, се прилага находчиво математическо генериране на множество картографски изображения (в обособен мащабен ред с различни резолюционни нива) - Фиг. 2.12. За целта се изгражда **резолюционна пирамидална структура на картни тайлови изображения с постъпкови зуум (увеличителни/намалителни) нива**, притежаващи **различни детайлни степени**, базиращи се на **геометрично нарастваща прогресивна зависимост ($2^n \times 2^n$)**.

Оттук следва, че общият брой картни тайлове, съставляващи определено резолюционно ниво, се образува посредством четирикратно увеличаване на сумарния брой картни тайлове, участващи в предходното резолюционно ниво. Самият процес по създаване на кеширани картни тайлове за географски информационни слоеве се базира на сформирание на възможни комбинации между гридови тайлови мрежи и графични файлови формати.

За коректното статистическо изчисляване на заетата ресурсна памет в съответното дисково пространство, необходима при кеширане, се избира отметката за активиране на дискови квоти (**Enable disk quotas**) от страницата за дискова квота (**Disk Quota**) в раздела за тайлово кеширане (**Tile Caching**) през администраторския интерфейс на **GeoServer** с вградената кеш-система на **GeoWebCache**.

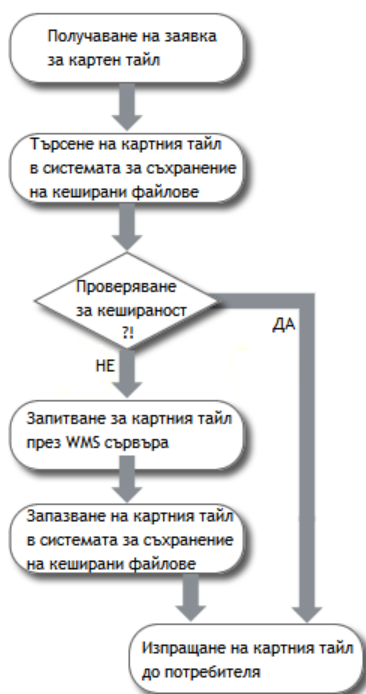
За детайлното статистическо анализиране на пълната налична информация за кеширани картни тайлове, се преминава през началната страница за конфигуриране на **GeoWebCache** (<http://localhost:8080/geoserver/gwc>).

Задължително условие за глобално предоставяне на кеширани картни тайлове е предварителното дефиниране на **гридова мрежова матрица (gridset)**, т.е. **грид-мрежа**, по отношение на:

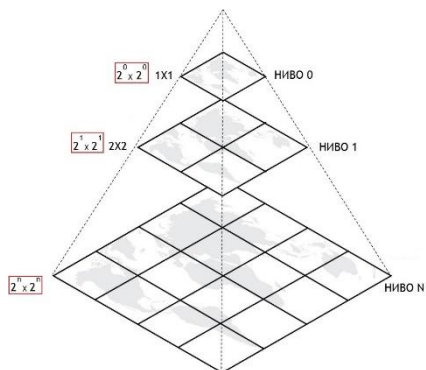
1. **Пространствена референтна система** (според Coordinate Reference System (CRS) → European Petroleum Survey Group (EPSG) - EPSG:...);
2. **Ограждаща кутия** (според пространствен обхват → box bounds [...], [...], [...]);
3. **Размери на картни тайлове** (според ширина и височина → tile dimensions: width & height [...], [...]);
4. **Списък със зуум нива** (според пикселни резолюции или мащабни деноминатори → pixel resolutions/scale denominators).

За определянето на координатното местоположение на картен тайл в грид-мрежа се използва структуриран масив за точно позициониране. Той се състои от **x, y и z индекси [x,y,z]**, зависещи от:

1. Локализацията на координатното начало на грид-мрежата по **x-абсцисата** и **y-ординатата** (в долен или горен ляв ъгъл на грид-мрежата [0,0]);
2. Отдалечеността на тайловото изображение от координатното начало на грид-мрежата по **x-абсцисата**;
3. Отдалечеността на тайловото изображение от координатното начало на грид-мрежата по **y-ординатата**;
4. Селекцията на зуум нивото (с целочислена стойност за началната, междинната или крайната детайлност в затворения интервал с дефинирани граници [0,n]).



Фигура 2.11. Процедурно предоставяне на картни тайлове до крайни потребители



Фигура 2.12. Пирамидална структура на картни тайлове с резолюционни нива

GeoWebCache използва различни оперативни функции за предоставяне на кеширани картни тайлове:

- **Сийждане (Seeding)** - Генериране на тайлове, несъществуващи в кеша;
- **Ресийждане (Reseeding)** - Генериране на тайлове, несъществуващи в кеша, включително ъпдейждане (актуализиране) на тайлове, съществуващи в кеша;
- **Трънкейване (Truncating)** - Премахване (орязване) на тайлове, съществуващи в кеша, поради необходимост от:
 - Освобождаване на дисково пространство;
 - Овакантиране на свободно място за нови тайлове след приложена модификация на основните данни и уместен отказ за последваща актуализация на целия кеш;
 - Премахване на тайлове от кеша след ъпдейждане на обекти чрез WFS-T транзакции;
- **Мониторинг (Monitoring)** - Проследяване на обобщени статистически данни за извършените поведенчески операции от вградената кешираща система на GeoWebCache в инсталираното картографиращо приложение на GeoServer - веднага след селектиране на отметката за активиране на подробно регистриране „Verbose Logging“ от секцията „Settings“ с подсекцията „Global“ за дефиниране на глобални настройки в GeoServer. По този начин, в случай на осъществен анализ на показателя **cache hit ratio** (от израза: *cache hit/miss for ...*) може да бъде извлечена информация за върнатите/невърнатите кеширани тайлове, отговарящи на заявените потребителски критерии.

От гледна точка на удобно съхранение на кешираните тайлове, **GeoWebCache** използва зададена директория (**C:\ProgramData\Boundless\OpenGeo\geoserver\gwc**), допълнително подразделена на поддиректории с подподдиректории, композирани от:

- Работни пространства (**workspaces**) и картографски слоеве (**layers**);
- Зуум нива (**zoom levels**);
- Филтри (**filters**), стилове (**styles**) и параметри (**parameters**).

2.5. Jetty - КОМБИНАЦИЯ ОТ УЕБ СЪРВЪР, УЕБ КЛИЕНТ И СЪРВЛЕТ КОНТЕЙНЕР

Неотлъчна част от разработката на едно стандартно или ГИС-базирано уеб-приложение представлява инсталацията на подходящ приложен сървър. Тази характерна особеност произтича от изискуемото условие към уеб-приложенията да бъдат деплойвани (внедрявани) в структурни рамки на приложни сървъри, с цел надеждно имплементиране и еволюиране на уеб услуги. Конкретната полза на използваната рамка се изразява в постоянното анализиране на *уеб комуникационните канални отношения* (клиентска част ↔ междинно свързващо трансферно звено ↔ сървърна част).

Благодарение на уеб-сървър (под формата на компютърна система или приложен софтуер) и уеб клиента/уеб браузъра (под формата на софтуерно приложение), връзката клиент-сървър се осъществява посредством *стандартен протокол за пренос на хипертекст* на **HTTP (Hypertext Transfer Protocol)**, разработен като техническо средство за публикуване на уеб страници, използващи *стандартен език за маркиране на хипертекст* на **HTML (HyperText Markup Language)**.

С помощта на **сървлет-контейнера** (под формата на софтуерен склад за съхраняване и изпълняване на **сървлети**, представляващи *Java-програми*, работещи върху уеб сървъри), детерминиращ/обулавящ *междинното свързващо трансферно звено за целенасоченото обработване на HTTP заявки* (постъпващи от уеб браузъри, и препращащи към уеб сървъри), се прилага конфигуриране на оказан вмъкнат интерфейсен пакет на **javax.servlet**, базиран на обектно-ориентирания език за програмиране на **Java**.

Освен специфичната за всяко уеб сървърно приложение **имплементационна структурна част** (за HTTP комуникиране), присъстват още **управленческа структурна част** на жизнения цикъл на програмния продукт (за стартиране/стопиране) и **споделена услугава структурна част** (за именуване и указване през JNDI интерфейс - Java Naming and Directory Interface).

Тъй като по своята същност, **GeoServer** представлява **уеб-приложение**, то неизбежно се изисква неговото оперативно стартиране през **приложен сървър** (напр. Jetty), изпълняващ ролята на софтуерна рамка за имплементиране на уеб услуги (McCallum, 2006).

При изпълнение на Java-сървлет за обслужване на уеб заявки с извличане на уеб ресурси се изпълняват следните стъпки:

1. Компилиране на сървлета и получаване на файл с разширение ***.class**;
2. Инсталиране и конфигуриране на сървлет-контейнера, в чиято среда ще бъде изпълнен сървлета;
3. Подготовка на сървлета за внедряване в сървлет-контейнера, посредством:
 - 3.1. Създаване на директорийна среда за уеб-приложение в сървлет-контейнера;
 - 3.2. Копиране на сървлета в класовата папка на уеб-приложението (**WEB-INF/classes**);
 - 3.3. Регистриране на сървлета в конфигурационния файл на уеб-приложението (**web.xml**);
4. Стартиране на сървлет-контейнера и извикване на сървлета чрез потребителска заявка от стандартен браузър.

При инсталиране и инициализиране на уеб сървър е необходимо задаване на конкретен комуникационен порт за слушане, или т.нар. главна виртуална директория на уеб-сървъра, локализираща и извличаща конкретен уеб ресурсен източник под формата на директориен структурен елемент в рамките на **URL** адреса, съответстващ на уеб-сървъра (напр. **http://localhost:8080**).

▣ Пример 1: **Jetty** - леко софтуерно платформено решение с отворен код, често използвано за деплойване в други приложения, комплексно конфигурирано през текстови файлове с частична промяна на параметрични характеристики и масово предпочитано за планирана инсталация под **Windows** операционни системи;

▣ Пример 2: **Apache Tomcat** - надеждно софтуерно платформено решение с отворен код и най-широка приемственост, ефективно конфигурирано през панелна интерфейсна организационна структура на уеб базирана управленска система (по отношение на: стартиране, стопиране, прибавяне и премахване на уеб приложения), и повсеместно предпочитано за планирана инсталация под **Linux** дистрибуционни версии и т.н: напр. **C:\Program Files (x86)\Boundless\OpenGeo\jetty\webapps\geoserver\WEB-INF\classes** или **C:\Program Files (x86)\Boundless\OpenGeo\jetty\webapps\geowebcache\WEB-INF\classes**.

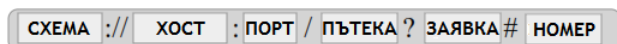
Най-често, уеб-приложенията се внедряват чрез т.нар. „**уеб-архив**“ (*web archive*), както е случаят с дистрибутирането на GeoServer под формата на *единичен файл*, локално съхранен като *компресиран архив* с **.war* разширение. В *организационната папка* на GeoServer, представлявана от **WEB-INF** директорията (по-конкретно в *web.xml* файла), се дефинират най-важните конфигурационни настройки за неговото правилно функциониране.

На практика, уеб-архивът съдържа както **програмни кодови редове** с приложени функции към конкретното уеб-приложение, така и **предефинирани файлови единици** с прикачени инструкции за неговото целесъобразно внедряване. По същество, уеб-архивът се внедрява в приложен сървър, посредством: *стартово разархивиране, инструкционно прочитане, и финално копиране на изискуемите файлове в съответните директории*.

Софтуерните ресурси, използвани в уеб, се идентифицират благодарение на **URI/URL** (**Uniform Resource Identifier** символен низ, най-често използван под формата на **Uniform Resource Locator** линк-адрес) - Фиг. 2.13. **URI** наподобява **URL**, с тази разлика, че позволява идентифициран достъп както до *уеб ресурси*, така и до *локално съхранени файлови формати* (Dept. of Geo-Information Processing, 2010; Dept. of Geo-Information Processing, 2012).

Например, линк-адресът „*http://localhost:8080/map.html*“ съдържа информация за:

- **Вид на протокол** (представен от частта „*http*“);
- **Име на хост и номер на порт** (дефинирано в частта „*localhost:8080*“);
- **Име на файл** (открито при частта „*map.html*“).



Фигура 2.13. Съставни елементи на Унифициран Ресурсен Локатор

От своя страна, HTTP заявките се подразделят на два основни вида, спрямо тяхното структурно изложение и последващо изпълнение:

- **HTTP GET** - характеризират всяко посещение на уеб страница, при което всички необходими параметри за провеждане на заявка и връщане на отговор са локализирани единствено в URL низа, използвайки **URL кодировка** (**.url*);
- **HTTP POST** - изпращат по-обемни и по-комплексни заявки за изпълнение от специфичен източник в сравнение с HTTP GET, при което типа запитване е указан в URL низа, а всички останали необходими параметри за провеждане на заявка и връщане на отговор са обособени в **полето на тялото на заявката**, т.е. отделно от **полето на URL низа**, използвайки **XML кодировка** (**.xml*).

2.6. GeoExt - СЪЧЕТАНИЕ ОТ JavaScript БИБЛИОТЕКИ НА OpenLayers & ExtJS

Софтуерният пакет на **OpenGeo Suite** включва **2 JavaScript библиотеки** (**OpenLayers** и **ExtJS**) за изграждане на персонализирани уеб ГИС приложения.

От една страна, JavaScript библиотеката на **OpenLayers** (OpenLayers, 2016) се използва за разработването на **уеб базирани ГИС приложения** (базови интерактивни картографски продукти, достъпни през браузър в уеб), които се основополагат на: **географски информационни слоеве** (*растери и/или вектори*, посредством съобразена интеграция на разнороден тип данни от различни ресурсни източници) и **функционални инструменти** за опериране с тях (*включване/изключване, преместване, увеличаване, намаляване, информиране, измерване, легендиране, принтиране* и т.н.).

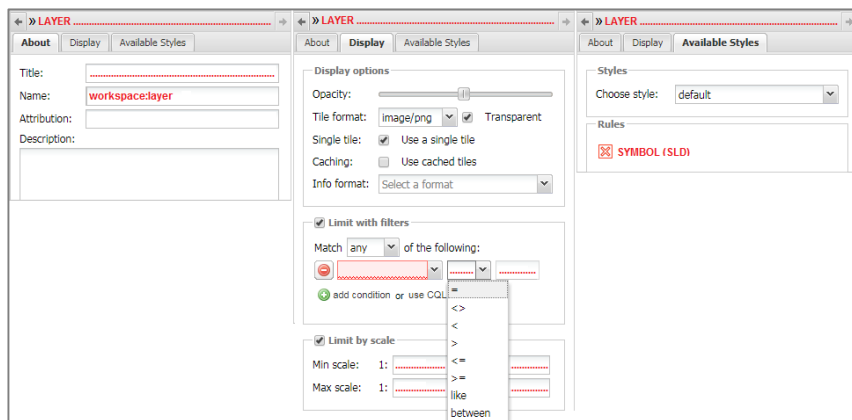
От друга страна, JavaScript библиотеката на **ExtJS** се използва за внасянето на **завършена потребителска интерфейсна структура** на конкретната уеб ГИС разработка, основополагаща се на богата палитра от **практични функционални интерфейсни инструменти** (репрезентирани *мрежови и дървовидни структури от данни, менюта и панели*, и т.н.).

В обобщение, JavaScript библиотеката на **GeoExt** комбинира *геопространствения контролен инструментариум* на **OpenLayers** с *потребителските интерфейсни компоненти* на **ExtJS** в една обща рамка, позволяваща разработката на широкопрофилни уеб базирани ГИС приложения с вградено типизирано стилово оформление, наподобяващо възприетата шаблонна панелна структура от традиционните настолни ГИС приложения (Köbben, 2015-б; Santiago, 2015). Приложението на **GeoExplorer**, което формира последното йерархично ниво в структурното композирано изграждане на софтуерния продуктов пакет на **OpenGeo Suite**, се базира конкретно на JavaScript библиотеката на **GeoExt** (Boundless, 2016-в).

Неговата вградена функционалност предоставя възможности за добавяне на ГИС слоеве от **локални** и/или **отдалечени сървъри** на **GeoServer**, **базови картни подложки** на масови доставчици на уеб услуги като **OpenStreetMap** и **Google Maps** и др.

За всеки самостоятелен или групов слой могат да бъдат приложени редица настройки, по отношение на: **послойна прозрачност**, **тайлов формат**, **кеширащ подход**, **филтърни атрибути** и/или **картни мащабни ограничителни постановки**, както и **персонализирани стилове** (Фиг. 2.19).

След извършване на конкретните настройки се преминава към селектиране на желаните функционални инструменти, който ще участват в разработваното уеб ГИС приложение (Фиг. 2.20). Процедурата приключва с публикационното задаване на пикселни стойности за **картни размери** (широчина и височина) и автоматизираното генериране на **линк-адрес** с **HTML-код** за вграждане на *съдържателната структура* и *функционалното оформление* на конфигурираното разработвано уеб ГИС приложение в проектираната за целта потребителска уеб страница (Köbben, 2015-в).



Фигура 2.19. Разделни полета за допълнителни настройки на ГИС слоеве в среда на **GeoExplorer**

2.7. ИЗПОЛЗВАНИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА

В дисертационния труд, по отношение на разработката на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“, са използвани следните основни методи и средства:

1. Картографски метод и репрезентации;
2. Крос-платформени информационни системи;
3. ГИС технологии;
4. Обектно-релационни модели;
5. Уеб технологии;
6. Теренни изследвания.

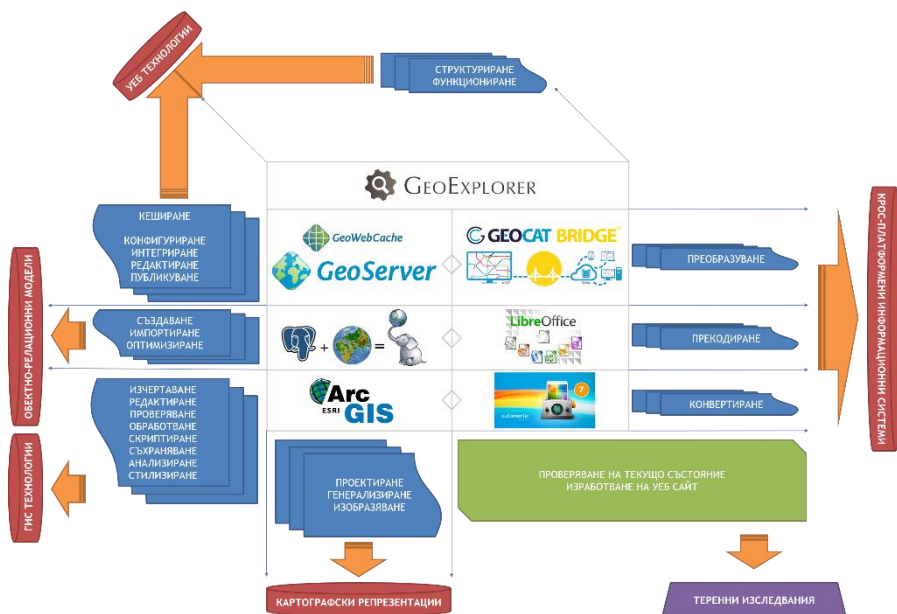
По отношение на **включените географски информационни слоеве** с общо и тематично географско съдържание, са приложени:

- ❖ Картографски метод и репрезентации (във връзка с използване на настолен ГИС софтуер) с цел:
 - ⇒ *Проектиране* (избиране на картна проекция и координатна система);
 - ⇒ *Генерализиране* (прилагане на съдържателно редуциране, съобразно отчитане на тематични раздели, мащабни показатели и потенциални ползватели);
 - ⇒ *Изобразяване* (визуализиране на обектни локации с точкови, линейни и площи структури).
- ❖ Крос-платформени информационни системи, т.е. между-платформени информационни системи (във връзка с използване на приложен конвертируем софтуер, настолен офис пакет и разширен ГИС софтуер) с цел:
 - ⇒ *Конвертиране* (преминаване от *.pdf към *.shp файлови формати);
 - ⇒ *Прекодиране* (преминаване от Windows 1251 към UTF-8 кодировъчни формати);
 - ⇒ *Преобразуване* (преминаване от графични условни знаци към стилизирани послойни описания).
- ❖ ГИС технологии (във връзка с използване на настолен ГИС софтуер) с цел:
 - ⇒ *Изчертаване* (добавяне на липсващи обекти);
 - ⇒ *Редактиране* (премахване или коригиране на съществуващи обекти);
 - ⇒ *Проверяване* (валидиране със задаване на топологични правила);
 - ⇒ *Обработване* (използване на геопроецесинг инструменти, включително създаване на нови полета в атрибутивни таблици);
 - ⇒ *Скриптиране* (получаване на междинни и крайни резултати, носещи допълнителни данни за географски обекти, посредством програмни езици на Python и Visual Basic);
 - ⇒ *Съхраняване* (запазване на географски информационни слоеве);
 - ⇒ *Анализиране* (интерпретиране на крайни резултати за географски обекти);
 - ⇒ *Стилизиране* (представяне на картографско съдържание в окончателен вид).
- ❖ Обектно-релационни модели (във връзка с използване на управленска система на база данни от геопространствени обекти с обектно-релационна структура) с цел:
 - ⇒ *Създаване* (конфигуриране на обектно-релационни бази данни);
 - ⇒ *Импортиране* (добавяне на географски информационни слоеве);
 - ⇒ *Оптимизиране* (индексиране по пространствени признаци за бързо предоставяне на геоинформационни данни).
- ❖ Уеб технологии (във връзка с използване на картографски сървър, кешираща система и JavaScript библиотеки) с цел:
 - ⇒ *Конфигуриране* (съхраняване на системни параметри за свързване с обектно-релационни бази данни);
 - ⇒ *Интегриране* (добавяне на географски информационни слоеве);
 - ⇒ *Редактиране* (премахване на дефолтни оформителни стилове и преминаване към персонализирани оформителни стилове за географски информационни слоеве);
 - ⇒ *Публикуване* (прилагане на уеб услуги за представяне на картни съдържания);
 - ⇒ *Кеширане* (съхраняване на картни тайлови изображения за бързо предоставяне на геоинформационни данни през уеб браузъри);
 - ⇒ *Структуриране* (обособяване на панелни пространства за представяне на картно съдържание и приложен инструментариум);
 - ⇒ *Функциониране* (избиране на необходими инструменти за постигане на ефективна интерактивност и полезна информираност).

По отношение на най-често срещаните природни местообитания (с представители на букови горски масиви) и най-масово посещаваните туристически маршрути (през забележителни места като Архитектурно-етнографски комплекс „Етъра“, местност „Узана“, проход „Шипка“, връх „Шипка“ и връх „Бузлуджа“), са извършени теренни изследвания (посредством разпечатана карта и цифров фотоапарат) с цел: проверка на текущо състояние и документация със снимков материал (Прил. 1, Фиг. 1 и 4).

В настоящото изследване е разработена и приложена адаптирана методология за разработка на структура и функционалност на специализирано уеб ГИС приложение с подходяща архитектура от софтуерни компоненти и уеб ГИС функционални инструменти за достъп, визуализация и анализ на общогеографски и тематични геопространствени данни за територията на ПП „Българка“. Представената методология може да бъде приложена и при разработването на уеб ГИС приложения за различни защитени територии и зони от Натура 2000.

На Фиг. 2.22 (систематизирано и схематично) е показана тясната обвързаност на приложената методология и организация на проведеното изследване с използваните софтуерни програмни продукти за изпълнената уеб ГИС разработка за Природен парк „Българка“.



Фигура 2.22. Приложна схема на използваната методология за цялостната разработка на уеб ГИС приложението за ПП „Българка“

ГЛАВА 3. ПРАКТИКО-ПРИЛОЖНИ АСПЕКТИ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПРИРОДЕН ПАРК „БЪЛГАРКА“

3.1. ОБЩА КОНЦЕПЦИЯ НА РАЗРАБОТКАТА НА УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕТО

Разработването на структура и функционалност на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ е тясно обвързано с детайлното проучване на софтуерни възможности за успешна реализация на краен продукт.

Под структура са разбира *включеното съдържание и неговата организация*, а под функционалност - *добавените инструменти за интерактивна визуализация и пространствен анализ*.

За изпълнението на залегналите в дисертационния труд основна цел със съпътстващи задачи, въз основа на задълбочен сравнителен анализ, са избрани: настолният ГИС софтуер на ArcGIS и софтуерният продукт с отворен код на **OpenGeo Suite**, предоставящ следните функционални възможности с отличителни предимства:

1. Осигурена улеснена разработка на уеб ГИС приложения с конфигуриран софтуерен пакет, включващ: **PostgreSQL/PostGIS** (PostgreSQL 9.3 и PostGIS 2.1.7), **GeoServer** (GeoServer 2.8), **GeoWebCache** (GeoWebCache 1.8), **Jetty** и **GeoExplorer** (OpenLayers 3.7.0).
2. Безпроблемна функционална съвместимост между отделните йерархични компоненти и надеждна оперативна сигурност на обособените структурни звена.
3. Документирани полезни материали за пакетните компонентни инсталации, заедно със структурирани помощни ръководства за безпроблемни работни изпълнения.
4. Допълнителни безплатни функции в *Enterprise* софтуерната реализация с добавени екстрени възможности за ефективни научноизследователски разработки.
5. Регламентирани онлайн обучения за работа с бази данни и сървърни технологии.

Общо взето, съобразно гореизложеното, най-бързото, лесно и ефикасно решение се представи от вградените функционалности на: настолен ГИС софтуер на ArcGIS с лицензиран достъп и конфигуриран софтуерен пакет с отворен код на **OpenGeo Suite** за Windows операционни системи, обединяващ *предходно реализирани тествани разработки* - в т.ч. **4 софтуерни приложения** и **2 JavaScript библиотеки**.

Програмните разработчици на OpenGeo Suite софтуера (от Boundless компанията) свързват *градивните компоненти* на: **PostgreSQL/PostGIS**, **GeoServer**, **GeoWebCache**, **Jetty**, **OpenLayers** & **ExtJS** в *собствено внедрена приложна платформа*, като поредността на тяхното изброяване следва последователността на тяхното използване в процеса на разработване на уеб ГИС приложението:

1. Първото (видимо) йерархично ниво на софтуерния пакет е представлявано от **PostgreSQL/PostGIS** - *пространствено разширение на PostGIS към система за управление на обектно-релационни бази данни на PostgreSQL*, допускащо успешна интеграция и манипулация на географски обекти, по отношение на *съхраняване на геоинформационни слоеве и осъществяване на пространствени и атрибутивни запитвания*).
2. Второто (видимо) йерархично ниво на софтуерния пакет е представлявано от:
 - **GeoServer** - *сървър-приложение* за споделяне на геоданни (растерни и векторни) в Интернет пространството, прилагащо *стандартизирани геопространствени уеб услуги* за експортиране на геоданни в уеб приложение;
 - **GeoWebCache** - *сървър-посредник* за кеширане на геоданни (растерни и векторни) в Интернет пространството, използващ *стандартизирани геопространствени уеб услуги* за визуализиране на геоданни (бързо и плавно) при различни мащаби в уеб приложение.
3. Третото (скрито) йерархично ниво на софтуерния пакет е представлявано от *приложния сървър с олекотена функционалност на Jetty* (настроен за работа под операционните системи на Windows и OS X (Apple Macintosh OS)), изпълняващ ролята на софтуерна рамка за имплементиране на *стандартизирани геопространствени уеб услуги*, и комбиниращ **2 модула**, състоящи се от:

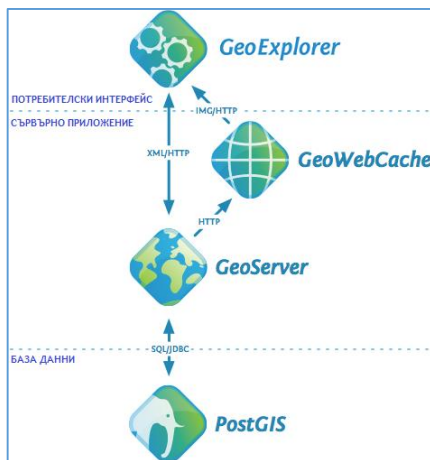
- **Сървлет** (Java-програма за успешно генериране на уеб страници с динамичен характер, работеща върху уеб сървър);
- **Сървлет-контейнер** (Софтуерен склад за съхраняване и изпълняване на сървлети, детерминиращ междинното свързващо трансферно звено за целенасоченото входиране, обработване и връщане на HTTP заявките (постъпващи от уеб браузъри, и препращащи към уеб сървъри).

Забележка: При инсталация на **OpenGeo Suite** софтуерен пакет под дистрибуционна версия на **Linux** операционна система, приложният сървър на **Jetty** е разменен с **Apache Tomcat**.

- Четвъртото (видимо) йерархично ниво на софтуерния пакет, включващо JavaScript библиотеките на **OpenLayers** и **ExtJS** (обединени в комплексната JavaScript библиотечна рамка на **GeoExt**), е представявано от софтуерно приложение на **GeoExplorer** (дело на програмните разработчици на **OpenGeo Suite** платформата) за създаване на уеб ГИС приложения, позволяващи визуализиране и редактиране на геопространствени данни, чрез използване на съвременни настолни или мобилни уеб браузъри.

На Фиг. 3.1 са разгледани гореизложените видими софтуерни компоненти на системната архитектура на **OpenGeo Suite**.

С оказаното съдействие на екипен представител от **Boundless** компанията (**Anthony Calamito**, **Chief Evangelist**), е свалена **Enterprise** версията на **OpenGeo Suite** платформата, която се предлага напълно безплатно за учащи (студенти и докторанти), и при която са включени допълнителни добавки към основния безплатен софтуерен пакет.



Фигура 3.1. Софтуерни компоненти на **OpenGeo Suite**

3.2. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ArcGIS ЗА СЪХРАНЕНИЕ, ОБРАБОТКА, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА СЪБРАНИТЕ ГЕОГРАФСКИ ДАННИ

- 1) Събиране, анализ, оценка и обработка на наличните геопространствени и непространствени данни за биоразнообразие и туризъм.

Наличните геопространствени данни и друга географска информация за района са събрани, анализирани, оценени и обработени. Интегрирани са разнородни типове данни във връзка с представяне на общогеографско и тематично картографско съдържание (ДавГЕО, 2008; ДавГЕО, 2013; ДПП „Българка“, 2016-а-е; JICA, 2016).

За картна основа са използвани подробни информационни слоеве за: релефен модел **Digital Elevation Model** (ДавГЕО, 2015; JICA, 2016) и земно покритие **CORINE Land Cover 2012** (CEC, 1995; Bossard et al., 2000; EEA, 2007; EEA, 2015).

Във връзка с картографиране на общогеографското съдържание, е приложена селекция на необходимата пространствена и атрибутивна информация, придружена с редакция на грешки и допълване на празноти. Разработени са векторни географски информационни слоеве, включващи точкови, линейни и полигонови обекти. За улеснение, при тяхната обработка са използвани вградените функционални възможности за пространствени и атрибутивни запитвания на специализиран настолен ГИС софтуер на **ArcGIS**. Част от географските данни са актуализирани, благодарение на свободното достъпно приложение на **WikiMapia** (WikiMapia, 2016), а като допълнително помощно средство е използвана базовата картна основа на **OpenStreetMap** (OpenStreetMap, 2016). За по-голяма прецизност, с цел максимално достоверно изобразяване на географските обекти, е направена съпоставка с издадени актуални хартиени карти за района (ДавГЕО, 2008; ДавГЕО, 2013; Момчев, 2015; ДОМИНО, 2016).

При картографиране на тематичното съдържание, по отношение на биоразнообразието, са използвани свободностъпни публикувани карти в сайта на Натура 2000, под формата на ***.pdf файлови формати**, във връзка с разпространението на природни местообитания и целеви видове. Впоследствие, допълнително са предоставени (от Дирекцията на Природен парк „Българка“) и добавени **географски информационни слоеве** за животински целеви видове, във връзка с разпространението на представители на безгръбначни, бозайници и птици.

За целите на дигиталното представяне на пространственото разпространение и клъстеризация на природни местообитания в ГИС среда, са извършени файлови форматни конвертирания от ***.pdf** към ***.shp**, благодарение на свободностъпния софтуер на **reaConverter** (reaConverter, 2016). За начало, е дефинирана подходяща картна проекция, след което е приложена оптимизация за намаляване на общия брой обекти, като са отстранени овърлейно дублираните и обединени линейно разсегментираните. Впоследствие, е преминато през процес на геореферирание за ориентация на ***.shp** файловете в пространството. За нуждите на тяхното последващо анализиране са приложени редица геопространствени операции за междугеометрично конвертиране, геопространствено агрегиране, поясно буферирание, обектно сливане и гранично заглаждане, целящи да се визуализира локализацията на природни местообитания с дървесна, храстова и тревиста растителност на територията на парка (от №1 до №17 в Прил. 2, Табл. 1). За финал, след последователно използване на геопроецесинг инструментите за пространствено обединяване и атрибутивно разтваряне, е визуализирано клъстерното струпване на природни местообитания (№18 в Прил. 2, Табл. 1). Подробното описание на приложените операции е тясно свързано с предизвикателствата и преодолените трудности на дисертационния труд, които са разгледани в Глава 4, Раздел 3.

За целите на дигиталното представяне на локализираното разпространение на растителни и животински целеви видове в ГИС среда, е извършено ръчно въвеждане в ***.shp** файлова форматна структура на свободностъпните принтирани карти с налични данни за всички растителни и животински целеви видове по Натура 2000, в съчетание с добавяне на допълнително предоставени (от Дирекцията на Природен парк „Българка“) географски информационни слоеве с налични данни за част от животинските целеви видове. Като краен продукт са създадени 8 точкови ГИС слоеве на срещаните растителни и животински целеви видове (Прил. 2, Табл. 2) с обобщен брой разновидности и локации (Прил. 2, Табл. 3).

Като краен резултат, са обработени **22 общогеографски** и **58 тематични (общо 80) информационни слоеве** за представяне на **3 нива на детайлност**, при което:

- **5 ГИС слоеве** (градусна мрежа: *паралели и меридиани* през 5'(300")/2.5'(150")/1.25'(75"), географски координати: *ширини и дължини*, реки, пътища и полигонови населени места) са поотделно генерализирани за всяко ниво на детайлност;
- **6 ГИС слоеве** (ограждаща рамка, области, общини, паркова граница, язовири и жп линии) заедно са съхранени непроменени при всяко ниво на детайлност;
- **1 ГИС слой** (точкови населени места) единично е добавен към едромащабно ниво на детайлност;
- **58 ГИС слоеве** (растително и животинско биологични разнообразия, разпространение и клъстеризация на природни местообитания, защитени местности и природни забележителности, природни местности и планински върхове, каменни чешми, туристически места за настаняване, пешеходни и велосипедни туристически маршрути) цялостно са включени във всички нива на детайлност.

Обособени са общо **92 ГИС слоеве**, с групиран диференциран брой за:

- ❖ Дребномащабно ниво на детайлност - **11 бр.**;
- ❖ Средномащабно ниво на детайлност - **11 бр.**;
- ❖ Едромащабно ниво на детайлност - **12 бр. общогеографски** и **58 бр. тематични (сумарно 68 бр.)**, съдържащи информация за:

▣ Базова картна подложка, състояща се от:

- Обхват на картата (ограждаща рамка) - **1 бр.**;
- Местоположение на района (области, общини, паркова граница) - **3 бр.**;
- Градусна мрежа (паралели и меридиани) - **1 бр.**;
- Географски координати (ширини и дължини) - **1 бр.**;
- Хидрографска мрежа (реки и язовири) - **2 бр.**;
- Транспортна мрежа (пътища и жп линии) - **2 бр.**;
- Населени места (точкови и полигонови обекти) - **2 бр.**;
- Каменни чешми - **1 бр.** (Прил. 2, част от Табл. 4);
- Природни местности и планински върхове - **2 бр.** (Прил. 2, част от Табл. 4);
- Защитени местности и природни забележителности - **2 бр.** (Прил. 2, част от Табл. 4);
- Туристически места за настаняване (туристически информационни центрове, къмпинги, почивни станции, спортни бази, къщи за гости, хижи, хотели) - **1 бр.** (Прил. 2, част от Табл. 4);

▣ Овърлейно (наслоено) картно съдържание, състоящо се от:

- Разпространение и клъстеризация на природни местообитания (точкови обекти: 8310; площни обекти: 9150, 91W0, 9130, 9170, 9180, 91G0, 9110, 91Z0, 91M0, 8220, 6430, 6210, 4060, 6520, 8210, 6110; обобщаващ слой) - **18 бр.** (Прил. 2, Табл. 1);
- Биологично разнообразие (растителни и животински видове с представители на: безгръбначни, риби, земноводни, влечуги, бозайници, прилепи, птици) - **8 бр.** (Прил. 2, Табл. 2);
- Туристически маршрути за пешеходци (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, E3, FT) и велосипедисти (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11) - **26 бр.** (Прил. 2, част от Табл. 4).

- 2) Контрол на качеството на създадените геопространствени данни за геометрия, топология и атрибути, тясно свързан с предизвикателствата и преодолените трудности на дисертационния труд, които са разгледани в Глава 4, Раздел 3.
- 3) Генерация на различни картни мащаби с приложение на генерализационни оператори за интерактивна визуализация на геопространствените данни.

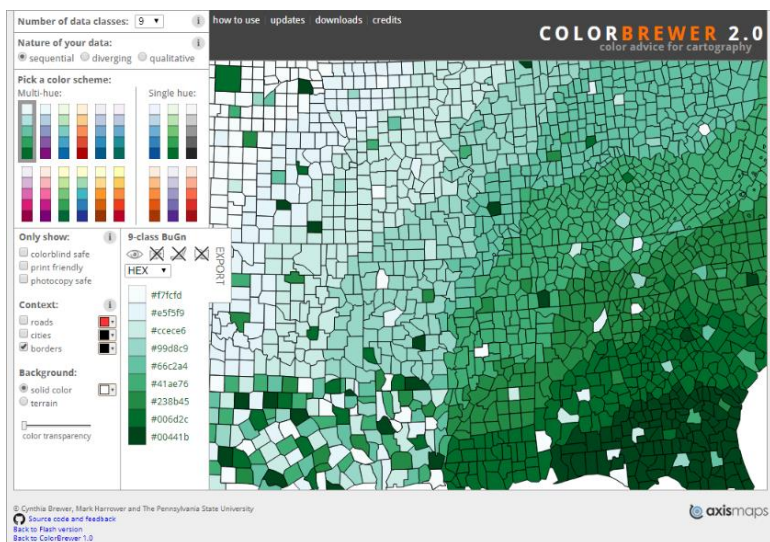
След първоначално анализиране, в работна среда на ArcGIS са заложени три дигитални нива на картографска детайлност за йерархична структурираност на географската информация. След допълнително уточняване, за работна среда на GeoServer/GeoWebCache са предвидени две крайни и 10 междинни (общо 12) дигитални нива за постъпателна визуализация на геопространствените данни с различна детайлност в картни мащаби с интервални граници:

- [M1:150 000 - M1:135 000 - M1:120 000 - M1:105 000 - M1:90 000] - нулево, първо, второ, трето и четвърто дигитални нива на картографска детайлност в GeoServer/GeoWebCache, обобщени в **дребномащабно ниво** на картографска детайлност в ArcGIS;
- (M1:90 000 - M1:75 000 - M1:60 000 - M1: 45 000] - пето, шесто и седмо дигитални нива на картографска детайлност в GeoServer/GeoWebCache, обобщени в **средномащабно ниво** на картографска детайлност в ArcGIS;
- (M1:45 000 - M1:30 000 - M1:15 000 - M1:5 000 - M1:1 000] - осмо, девето, десето и единадесето дигитални нива на картографска детайлност в GeoServer/GeoWebCache, обобщени в **едромащабно ниво** на картографска детайлност в ArcGIS.

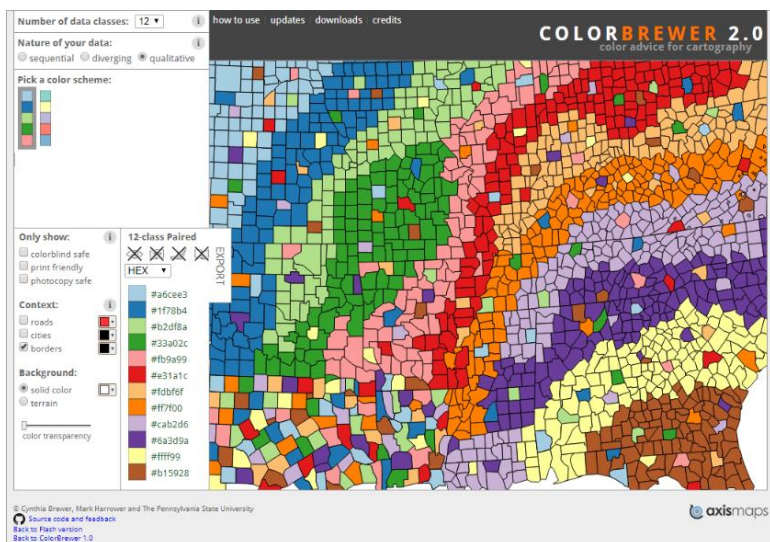
За всяко ниво на детайлност е приложена съвкупност от картографски генерализиращи оператори, реализирани с помощта на геопроектинг инструментариум:

1. Оператор за *подбор* на обекти (изключване на височинните точки без име и хидрографските обекти с малка площ).
2. Оператор за *елиминирани* на обекти (отстраняване на пътищата, които не водят до значими за туристите обекти).
3. Оператор за *опростяване* на контури (заглаждане на полигоните на разпространение на природни местообитания).
4. Оператор за *обобщаване* на класификационна схема (обединяване на горските и макадамовите пътища, или групиране на клъстерните очертания на природните местообитания в няколко раздела спрямо разпределението на техния брой за съответен участък).
5. Оператор за *обединяване* на обекти (напр. присъединяване на разпокъсаните полигони на населени места с общо име).
6. Оператор за *сливане* на площи в линия или точка (представяне на полигоновите населени места като точкови обекти).
7. Оператор за *коригиране* на формата (преувеличаване на размерите на населени места с много малка площ, или сливане на две много близки граници от различно естество - постоянно и променливо, след преместване на динамично вариационната - речна, язовирна и т.н., към трайно установената - селищна, паркова и т.н.).
8. Оператор за *отместване* на обекти (транслиране на подходящо отстояние на конфликтни целеви видове съобразно пространствено близки растителни и/или животински представители, или отместване на подходящо буферно разстояние на части от контури на водни потоци и населени места спрямо пространствено близки или периферно гранични реки и/или пътища).
9. В допълнение са използвани още два важни оператора за генерализация - *смяна на знаковата система* и *откриване на конфликти*. Приложена е смяна на знаковата система на оригиналното моделно пространство със система, която да съответства на мащаба, задачите и предназначението на генерализирания картографски модел. Локализиран са местата върху картата, където в резултат от промяната на мащаба и изпълнението на останалите оператори за генерализация е нарушена читаемостта на картата. Открити и премахнати са некоректно дублираните, недопустимо близките и минимално размерните обекти. Накрая са отстранени явните логически грешки след извършената генерализация.

За представяне на разнородните типове данни, съобразно използваните картографски методи на изобразяване (с използване на: *немащабни* и *линейни знаци*, *качествен* и *количествен фон*, и *ареално разпространение*), е приложен специален наръчник за подбор на цветове чрез променливи палитри по схемата на Color Brewer 2.0. (Color Brewer, 2016), позволяващ работа с типове данни от различен характер - напр. непрекъснат (Фиг. 3.6) и количествен (Фиг. 3.7).



Фигура 3.6. Цветови палитри за непрекъснати данни по схемата на Color Brewer



Фигура 3.7. Цветови палитри за количествени данни по схемата на Color Brewer

4) Обединение, съхранение и поддръжка на геопространствените данни в една обща специализирана ГИС база данни.

За обединяване, съхраняване и поддръжане на наличните геопространствени данни за ПП „Българка“ са използвани функционалните възможности на ArcGIS, включващи операции, свързани с въвеждане, визуализиране, манипулиране, анализиране и актуализиране. Всички обработени географски информационни слоеве (*.shp файлови формати) са интегрирани в една обща геобазата данни, като е положена непрекъсната грижа за съхранение и поддръжка на крайния геоинформационен продукт.

3.3. ИЗПОЛЗВАНЕ НА PostgreSQL/PostGIS ЗА ЕФЕКТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА СЪЗДАДЕНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

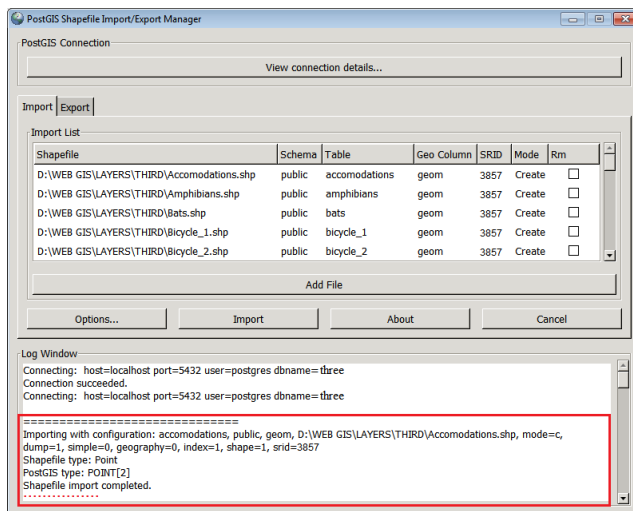
В работна среда на PostGIS са приложени функционалните възможности за: последователно инсталиране и конфигуриране на система за управление на обектно-реляционни бази данни, систематично зареждане на шейп файлове в геобазата данни, както и детайлно изучаване и прилагане на основни SQL концепции чрез синтактична структура.

Конфигурирането на бази данни в PostGIS е изпълнено с *безплатния графичен инструмент с отворен код на pgAdmin*, чрез настройване на *свързърен порт* за PostGIS (*localhost:5432*). След успешно свързване към глобалната PostGIS база данни е изследвана нейната дървовидната структура. Създадени са три празни бази данни: **one**, **two** и **three** (чрез използване на шаблонни форми за попълване на техни характеристики: в т.ч. **име** и **притежател**, включително **зададения формат за символно кодиране** на „UTF8“ - тясно свързан с предизвикателствата и преодолените трудности на дисертационния труд, които са разгледани в Глава 4, Раздел 3), към които е добавено необходимото пространствено разширение на PostGIS, и които впоследствие са запълнени геоданни.

Зареждането на шейп файлове в PostGIS е осъществено чрез *безплатния графичен инструмент с отворен код на pgShapeLoader* (Фиг. 3.22), чрез извършване на подробен анализ на конфигурационната секция, носеща детайлна информация за: **добавените шейп файлове**, **използваната схема (Schema: public)**, **пространствения референтен идентификатор (SRID: 3857)**, **атрибутивните таблици (Table: ...)** и **геометричната колона (Geo Column: geom)**. Направена е проверка на SRID атрибутивната целочислена стойност, носеща информация за общия идентификатор на използваната пространствена референтна система от добавеното множество шейп файлове. В конкретния случай, **SRID стойността (3857)** е **коректно попълнена по автоматичен път** от съпътстващите, но незадължителни за **шейп файловата структурна колекция *.prj проекционни файлове** - тясно свързани с предизвикателствата и преодолените трудности на дисертационния труд, които са разгледани в Глава 4, Раздел 3.

Коментар: В определени ситуации, при необходимост от по-подробно разлистване на обектното дърво на базата данни, е извършван достъп до нейната най-важна част, а именно - т.нар. публична схема (Schemas => public), във връзка с управлението на множество набори от пространствени файлови данни в една обща таблична пространствена база.

Най-общо, схемите могат да бъдат определени условно като пакети, които поддържат таблици, изледи, функции, поредици и други релации. Стандартната инсталация на PostGIS обособява в публичната схема метаданен тип релации за геометрични колони (**geometry_columns**), географски колони (**geography_columns**) и над 3000 разпознаваеми пространствени референтни системи (**spatial_ref_sys**), в т.ч. типове и функции, използвани от PostGIS. В същността на този процес са заложени операции по преобразуване на бинарни данни в серии от SQL заявки за зареждане на пространствени данни в обектно-реляционна база данни, така че добавените геоданни да могат да бъдат безпроблемно използвани от PostGIS.



Фигура 3.22. Резултат от процедура по добавяне на шейп файлове в база данни

3.4. ИЗПОЛЗВАНЕ НА GeoServer & GeoWebCache ЗА УЕБ ПРЕНОС И БЪРЗ ДОСТЪП НА СЪХРАНЕНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

GeoServer - КАРТОГРАФСКИ СЪРВЪР ЗА УЕБ ПРЕНОС НА ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

За пренос на географски информационни слоеве в уеб е използван картографският сървър на **GeoServer**. Първоначално, е извършено композиране и конфигуриране на **3 работни пространства** (т.нар. **Workspaces**), организационно обвързани с **3 складови пространства** (т.нар. **Stores**), комуникиращи пряко с **3-те обектно-реляционни бази данни** от **PostGIS**, отговарящи за съхранението на географските информационни слоеве с **трислойна степен на дигитална детайлност**, вследствие на необходимостта от ефективно картографско представяне. Извършени са конфигурационни настройки по **администриране, редактиране и визуализиране** за всички геоданни, в т.ч. **тематично картно съдържание** (репрезентирано от **52 ГИС слоя**) и **базова картна подложка** (съставена от **18 ГИС слоя**).

За потребителска стилизация на геопространствено съдържание, е използвана отворената спецификация за стандартизирано описание на послойни стилове **Styled Layer Descriptor (SLD)**, обособяваща кодовото съдържание на структурни файлове с разширение ***.sld**, използващи програмния език **Extensible Markup Language (XML)**. За целта, по отношение на **условните знаци, линиите и шриховете**, предварително е извършено извличане на **маркерни символи** от стилизирани в **ArcGIS** географски информационни слоеве към трансформирани в ***.sld** универсални файлови формати. Впоследствие, е извършено поетапно вмъкване на допълнителни редове с програмен код, притежаващи информационна тежест както за добавяне, така и за стилизиране на надписи.

Съпътстващите пояснения по горепосочените дейности са тясно свързани с предизвикателствата и преодолените трудности на дисертационния труд, които са разгледани в Глава 4, Раздел 3. Демонстрационен пример с кодови структурни редове на ***.sld** файлов формат за туристически пешеходен маршрут е показан на Фиг. 3.33.

```

1 <StyledLayerDescriptor xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
2 xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
3 xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld http://schemas.opengis.net/sld/1.0.0/StyledLayerDescriptor.xsd"
4 version="1.0.0">
5   <NamedLayer>
6     <Name>Pedestrian_B1</Name>
7     <UserStyle>
8       <Name>Pedestrian_B1_style</Name>
9       <Title>Pedestrian B1 style</Title>
10      <FeatureTypeStyle>
11        <Rule>
12          <LineSymbolizer>
13            <Stroke>
14              <CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>
15              <CssParameter name="stroke-width">6</CssParameter>
16              <CssParameter name="stroke-linecap">butt</CssParameter>
17              <CssParameter name="stroke-linejoin">round</CssParameter>
18            </Stroke>
19          </LineSymbolizer>
20          <Stroke>
21            <CssParameter name="stroke">#FFFFFF</CssParameter>
22            <CssParameter name="stroke-width">4</CssParameter>
23            <CssParameter name="stroke-linecap">butt</CssParameter>
24            <CssParameter name="stroke-linejoin">round</CssParameter>
25          </Stroke>
26        </LineSymbolizer>
27        <LineSymbolizer>
28          <Stroke>
29            <CssParameter name="stroke">#E31A1C</CssParameter>
30            <CssParameter name="stroke-width">2</CssParameter>
31            <CssParameter name="stroke-linecap">butt</CssParameter>
32            <CssParameter name="stroke-linejoin">round</CssParameter>
33          </Stroke>
34        </LineSymbolizer>
35      </FeatureTypeStyle>
36    </UserStyle>
37  </NamedLayer>
38</StyledLayerDescriptor>

```

Фигура 3.33. SLD файл за туристически пешеходен маршрут

GeoWebCache - КЕШ-СИСТЕМА ЗА БЪРЗ ДОСТЪП НА ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

За осигуряване на бърз оптимизиран достъп до споделени геопространствени данни в уеб способства рационалното използване на кеш-система (в конкретния случай е приложена интегрирана кешираща система на GeoWebCache в уеб картографски сървър на GeoServer).

Първоначално, в секцията за администрация на гريد-мрежи, е създадена гريد-мрежа, за която в отделните подсекции са зададени:

- Координатна референтна система (в конкретния случай: EPSG: 3857);
 - Картни тайлови размери (в конкретния случай: 256 x 256 пиксела);
 - Дигитални зуум нива, посредством мащабни числови стойности (в конкретния случай: 12);
- Впоследствие, в секцията за конфигурация на кеш-параметри, е извършено следното:
- Уеб-услужово включване на *геопространствено кеширане*;
 - Автоматизирано кеширане на новодобавени *самостоятелни* и *групови слоеве*, включително *персонализирани стилове*;
 - Мета-тайлово оразмеряване, или т.нар. *множествено-тайлово групиране* (във връзка с *коректно картографско визуализиране*) - в конкретния случай е избран вариантът със задаване на 4 x 4 тайлове по ширина и височина, т.е. обединяване на 16 картни тайлови изображения;
 - Картно-тайлово форматиране на *векторни, растерни* и *групови географски информационни слоеве* (във връзка с *качествено картографско изобразяване*, по отношение на *неразмито обектно визуализиране*) - в конкретния случай, е избран вариантът със задаване на *image/png* за стандартен експортен формат, вместо *image/jpeg*;
 - Гريد-мрежово задаване за *дефолтно автоматизирано кеширане* - в конкретния случай: EPSG:3857.

Финално, е преминато през конкретна селекция на минимални и максимални дигитални зуум нива за публикуване и кеширане, по отношение на базовите картни подложки (с различна степен на детайлност) и тематичните геоинформационни слоеве (Фиг. 3.39). Извършените настройки са осъществени в разделна част „Available gridsets“ след добавена грид-мрежа през падащо меню „Add grid subset“ (или от редактируема страница „Edit Layer“ с разделно поле „Tile Caching“, или от редактируема подсекция „Layer Group“).

Gridset	Published zoom levels	Cached zoom levels	Grid subset bounds		
EP SG:3857	0 ▾ / 4 ▾	0 ▾ / 4 ▾	Dynamic	базови картни подложки	Дребномащабно (III) ниво на детайлност
EP SG:3857	5 ▾ / 7 ▾	5 ▾ / 7 ▾	Dynamic		Средномащабно (II) ниво на детайлност
EP SG:3857	8 ▾ / 11 ▾	8 ▾ / 11 ▾	Dynamic	3 бр.	Едромащабно (I) ниво на детайлност
EP SG:3857	Min ▾ / Max ▾	Min ▾ / Max ▾	Dynamic	тематични ГИС слоеве 52 бр.	Дребно-, Средно- и Едро- мащабно ниво на детайлност

Фигура 3.39. Разделна част за селекция на частичен и пълен обхват от зуум-нива за грид-мрежа в GeoServer (предвид публикуване и кеширане на самостоятелни и групирани географски информационни слоеве с различна степен на детайлност)

3.5. ИЗПОЛЗВАНЕ НА Jetty ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕ НА ВРЪЗКАТА МЕЖДУ КЛИЕНТ И СЪРВЪР

Внедреният от приложния сървър на Jetty конфигурационен пакет със системни настройки за автоматична синхронизация между клиентското звено (репрезентирано от произволен уеб браузър) и сървърното звено (репрезентирано от картографско сървърно приложение - GeoServer) е инсталационно **разархивиран** и параметрично **немодифициран**.

По същество, нуждата от вграждане на приложния сървър на Jetty в софтуерния пакет на OpenGeo Suite с дистрибуционна версия под Windows, е причинно следствие на потребността от изпълняване (стартиране и/или спиране, включващо рестартиране) на картографския сървър на GeoServer, предоставящ различни възможности за надежден пренос на геоданни в уеб.

3.6. ИЗПОЛЗВАНЕ НА GeoExt ЗА ОФОРМЛЕНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ НА УЕБ СТРАНИЦИ С ПУБЛИКУВАНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

Окончателното оформление и поведение на уеб страницата с ГИС приложението на ПП „Българка“ е извършено в работна среда на GeoExplorer.

За целта, географските информационни слоеве (с общогеографско и тематично картно съдържание), първоначално обработени в ArcGIS и добавъчно съхранени в PostGIS, а впоследствие последователно конфигурирани и експортирани от GeoServer, са окончателно заредени и проектирани от GeoExplorer за картографско визуализиране (през 6 постъпкови дигитални нива на детайлност) в следните мащабни граници:

- [136 494 - 68 247] - за базова картна подложка за дребномащабно ниво на детайлност, включваща 9 географски информационни слоеве;
- [68 247 - 34 123] - за базова картна подложка за средномащабно ниво на детайлност, включваща 9 географски информационни слоеве;
- (34 123 - 17 061 - 8 530 - 4 265] - за базова картна подложка за едромащабно ниво на детайлност, включваща 18 географски информационни слоеве (12 общогеографски и 6 тематични - в т.ч. присъстват: *защитени местности, природни забележителности, природни местности, планински върхове, каменни чешми, настанителни места*);
- [136 494 - 4 265] - за тематично картно съдържание за всички детайлни нива, включващо останалите 52 географски информационни слоеве (зададени с *лека прозрачност и допълнителна възможност за включване/изключване*).

Фактическото условно приемане на нецелочислени мащабни числа е продиктувано от установената масова практика в дигиталната интерактивна картография да се работи с пикселни резолюции, а не с мащабни числа. В текущата разработка, е използвана приложната функционалност на софтуерния продукт на GeoServer за задаване на мащабни числови стойности на дигитални увеличителни/намалителни степени за интерактивни картографски репрезентации.

Допълнително уточнение: Като основен проблем се очерта несинхронизираното поведение между платформите на GeoServer и GeoExplorer, във връзка със заложените (в GeoServer) и отразените (в GeoExplorer) междинни и крайни постъпкови дигитални зуум нива.

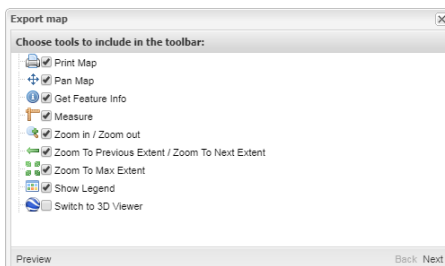
На практика, достъпните към момента **интерфейсни възможности на GeoExplorer не позволяват дефинирана персонализирана селекция на минимален и максимален картен обхват**. Въпреки това, приложението на GeoExplorer позволява да бъдат извършвани специфични потребителски модификации с програмни кодови редакции в установените за целта текстови файлови формати, с допълнителното уточнение, че продиктуваните промени е уместно да бъдат прилагани от ГИС специалисти със задълбочени теоретични познания и практически опит в областта на информационните технологии. Ето защо, в настоящия дисертационен труд съзнателно са пропуснати програмните кодови преработки.

В конкретика, в интерфейсия изглед на GeoExplorer са включени 3 разделни полета („About“, „Display“ и „Available Styles“), като са извършени **послойни настройки**, по отношение на:

- **Описателни данни** (наименование и заглавие);
- **Визуализационни настройки** (картна прозрачност: 50%, тайлов формат: image/png, кеширащ подход: единично мета-тайлово изображение - композиция от множество картни тайлове, ограничителни граници: минимален и максимален мащаб - в *отворен интервал*);
- **Персонализирани стилове** (SLD файлове за ГИС слоеве).

В тази връзка, са зададени конфигурационни параметри за всички **тематични географски информационни слоеве**, включително трите **базови картни подложки**.

Окончателно, по отношение на разработеното уеб ГИС приложение, са селектирани **функционални инструменти**, във връзка с: увеличаване или намаляване на текущ мащаб, увеличаване към предходен или последващ обхват, увеличаване към максимален обхват, преместване на карта, получаване на допълнителна информация за географски обекти, измерване на дължини и площи, показване на легенда и принтиране на карта (показани на Фиг. 3.41), след което са дефинирани **два варианта за картни размери** (пояснени в Глава 4), във връзка с: предоставяне на **ограничени или администраторски права на свободен достъп до геопространствени данни** (включващи съответно две възможности - за прочитане или създаване/обновяване/изтриване).



Фигура 3.41. Включени функционални инструменти в разработеното уеб ГИС приложение

4.1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛНОСТ НА РАЗРАБОТКАТА

Разработеното уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ е съдържателно представено в 2 варианта, във връзка с обособената диференциация на потребителския достъп, т.е. разграничаването на ограничени и администраторски права. И в двата разглеждани случая, то обхваща 3 базови картни подложки (за *дребномащабно, средномащабно и едрномащабно* дигитални детайлни нива за ефективно картографско репрезентиране, съответно с по 11, 11 и 18 географски информационни слоя - Фиг. 4.3) и 52 географски информационни слоя със *специализирано тематично съдържание* (с добавена възможност за *послойно включване/изключване*):

- 15 бр. *пешеходни* и 11 бр. *велосипедни* туристически маршрути;
- 1 бр. *растителни* и 7 бр. *животински* целеви видове;
- 17 бр. *разпространени* и 1 бр. *кълстеризирани* природни местообитания.

В горната част на картното поле е заложен 1 плъзгачен инструмент за *увеличаване* или *намаляване* на картен обхват (съобразно картния мащаб), включително 4 функционални бутона за *преместване* на картен участък (съобразно *основните осев*и *направления*) - Фиг. 4.4.

В долната част на картното поле се намира 1 динамична област за *едновременно* *указване* на *числов* и *линеен мащаб* (Фиг. 4.5).

Над картното поле е поставена 1 функционална лента с общополезни инструменти (*увеличаване* или *намаляване* на *текущ мащаб*, *увеличаване* към *предходен* или *последващ обхват*, *увеличаване* към *максимален обхват*, *преместване* на *карта*, *получаване* на *допълнителна информация* за *географски обекти*, *измерване* на *дължини* и *площи*, *показване* на *легенда* и *принтиране* на *карта*) за *въздействие* върху картни елементи в уеб ГИС приложение с *ограничен* (Фиг. 4.6) или *администраторски достъп* (Фиг. 4.7).

Разработеният вариант на уеб ГИС приложението за ПП „Българка“ с администраторски права допълнително включва 2 функционални ленти за:

- *Добавяне/премахване, редактиране и стилизиране* на ГИС слоеве (Фиг. 4.8);
- *Редактиране (създаване, обновяване, изтриване)* на геопространствени обекти и *заявяване* на потребителско търсене (Фиг. 4.9).

За тази цел обаче, е необходимо да бъде използван бутон за *влизане* (Фиг. 4.10) и *форма* за *инициализиране* (Фиг. 4.11) в геоинформационната система на GeoExplorer с администраторски достъп.

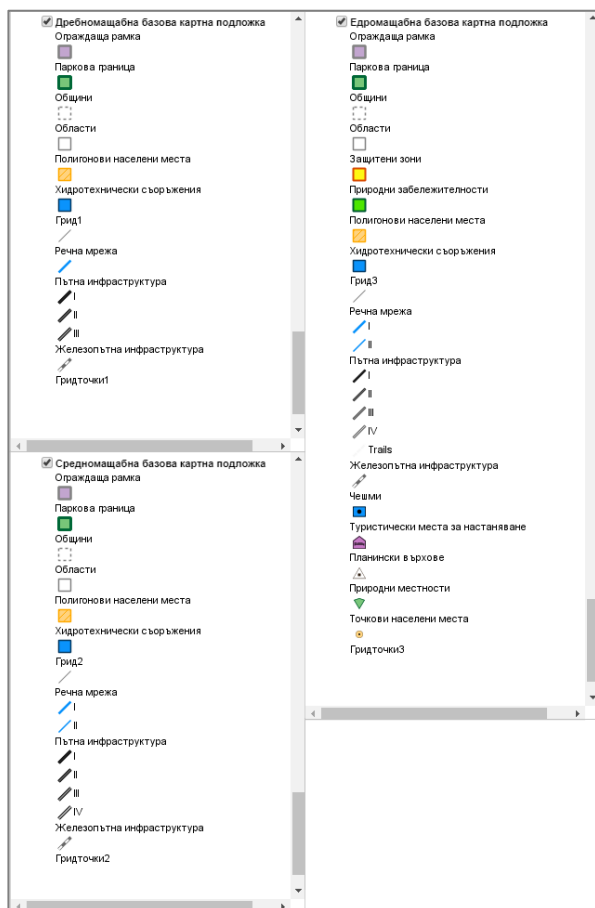
Окончателните интерфейсни изгледи на уеб ГИС разработките, съответно с ограничен и администраторски достъп, са показани на Фиг. 4.14 и 4.15. Примерни картни участъци в *средномащабно* и *едрномащабно* нива на детайлност са показани на Фиг. 4.17 и 4.18, а конкретен отговор на потребителска заявка за *получаване* на *допълнителна информация* за географски обект е показан на Фиг. 4.16.

Възможности на разработваното уеб ГИС приложение за ПП „Българка“:

1. *Прилагане на изобразителни методи за представяне на релеф (добавяне на хоризонтални/хипсометрично оцветяване/сенкорелеф).*
2. *Прилагане на хиперлинк технологии за връзково осъществяване (добавяне на допълнителни описания със снимкови материали към значими обекти).*
3. *Прилагане на функционални скриптове за ориентиране по карта (добавяне на диалогов прозорец за цялостен изглед).*

Перспективи на разработването на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“:

1. Изграждане и поддържане на единна геобаза данни за биоразнообразието и туризма (за ефективно обособяване на интерактивна система с масово потребление).
2. Създаване на нов информационен продукт (за свободно споделяне на общи и тематични геопространствени данни).
3. Разработване на други ГИС продукти и уеб услуги за целенасочено реализиране на:
 - Мониторингово изследване за защитените екосистеми;
 - Масово популяризиране на туристическите ползи за икономическото развитие;
 - Обществено информиране на българските и чуждестранните граждани за уникалната природа на природния парк.
4. Внедряване в други уеб базирани системни решения от геопространствен характер.



Фигура 4.3. Статично меню с базови картни подложки в уеб ГИС приложение с администраторски достъп



Фигура 4.4. Плъзгач за **увеличаване/намаляване** на мащаба и 4 бутона за **преместване** на картата надясно/наляво/нагоре/надолу (т.е. на изток/на запад/на север/на юг)



Фигура 4.5. Област за **показване** на числов и линеен графичен мащаб



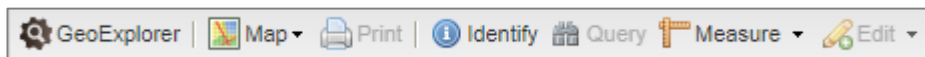
Фигура 4.6. Лента за **въздействие** върху картни елементи в уеб ГИС приложение с ограничен достъп



Фигура 4.7. Лента за **въздействие** върху картни елементи в уеб ГИС приложение с администраторски достъп



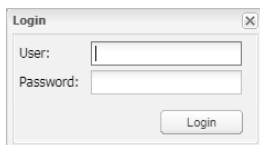
Фигура 4.8. Лента за **добавяне/премахване, редактиране и стилизиране** на географски информационни слоеве в уеб ГИС приложение с администраторски достъп



Фигура 4.9. Лента за **редактиране** (създаване, обновяване, изтриване) на геопространствени обекти, включително за **заявяване** на потребителско търсене в уеб ГИС приложение с администраторски достъп

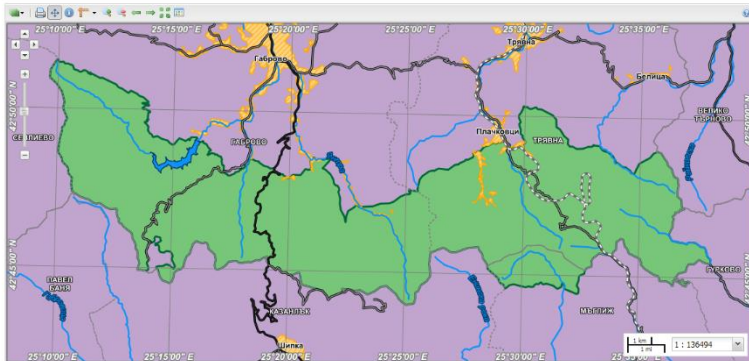


Фигура 4.10. Бутон за **влизане** в геоинформационната система на GeoExplorer с администраторски достъп



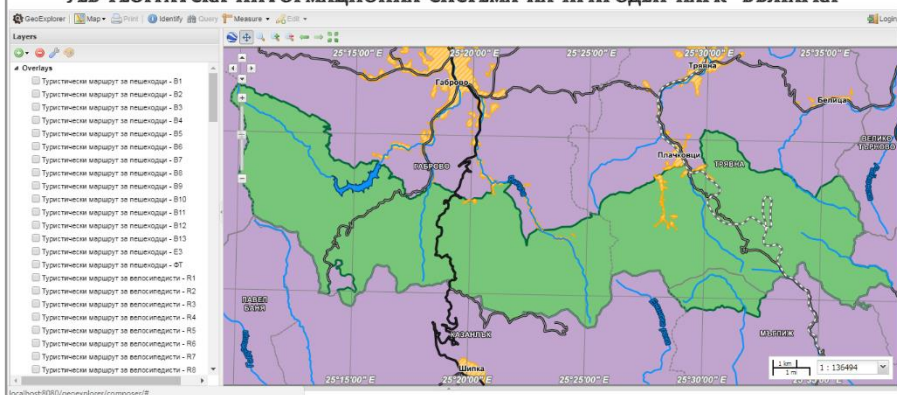
Фигура 4.11. Форма за **инициализиране** (въвеждане на потребителско име и парола) в геоинформационната система на GeoExplorer с администраторски достъп

УЕБ ГЕОГРАФСКА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА НА ПРИРОДЕН ПАРК "БЪЛПАРКА"



Фигура 4.14. Интерфейсен изглед на дребномащабно ниво на детайлност с ограничен достъп, предоставящ възможност за прочитане на географски данни

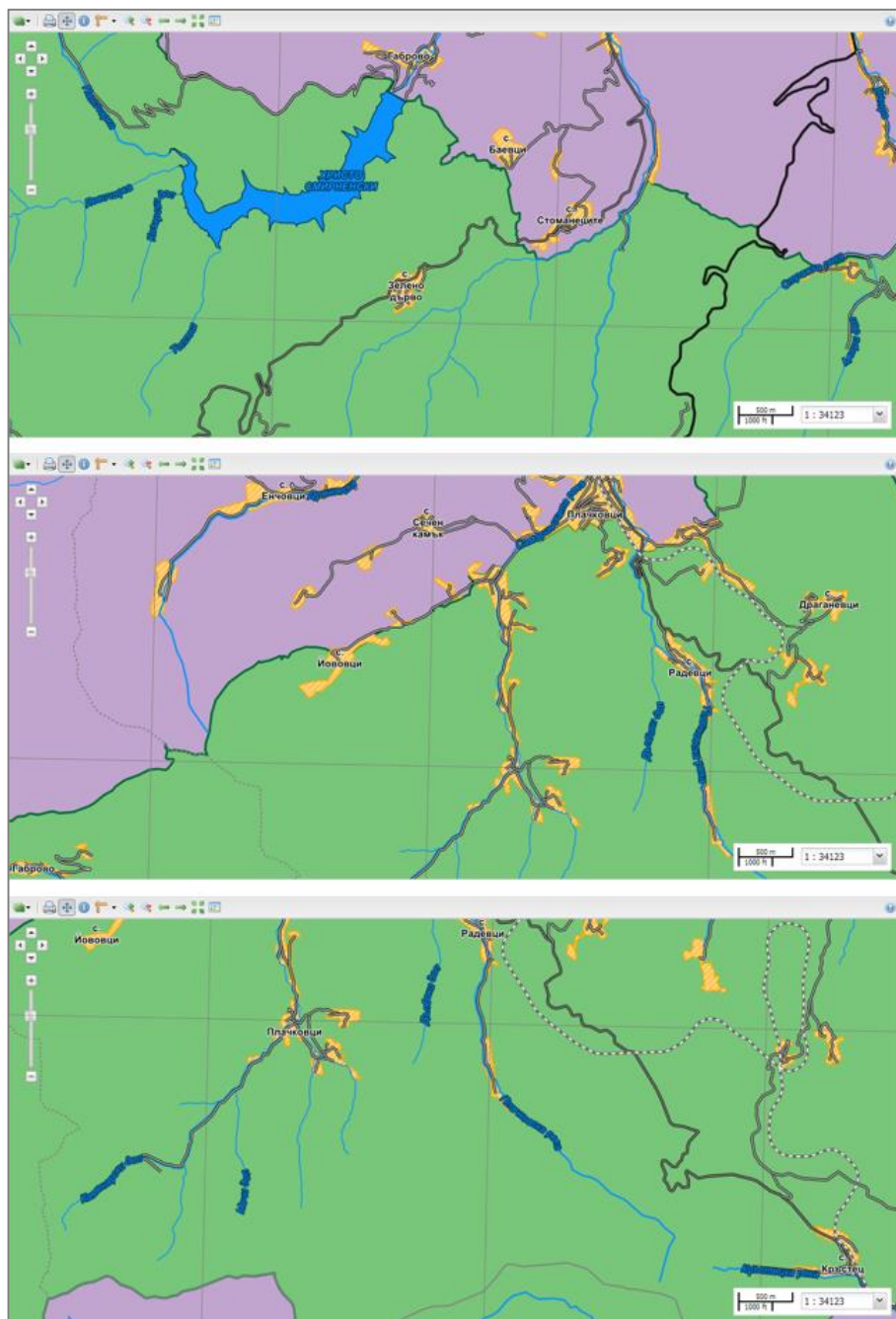
УЕБ ГЕОГРАФСКА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА НА ПРИРОДЕН ПАРК "БЪЛПАРКА"



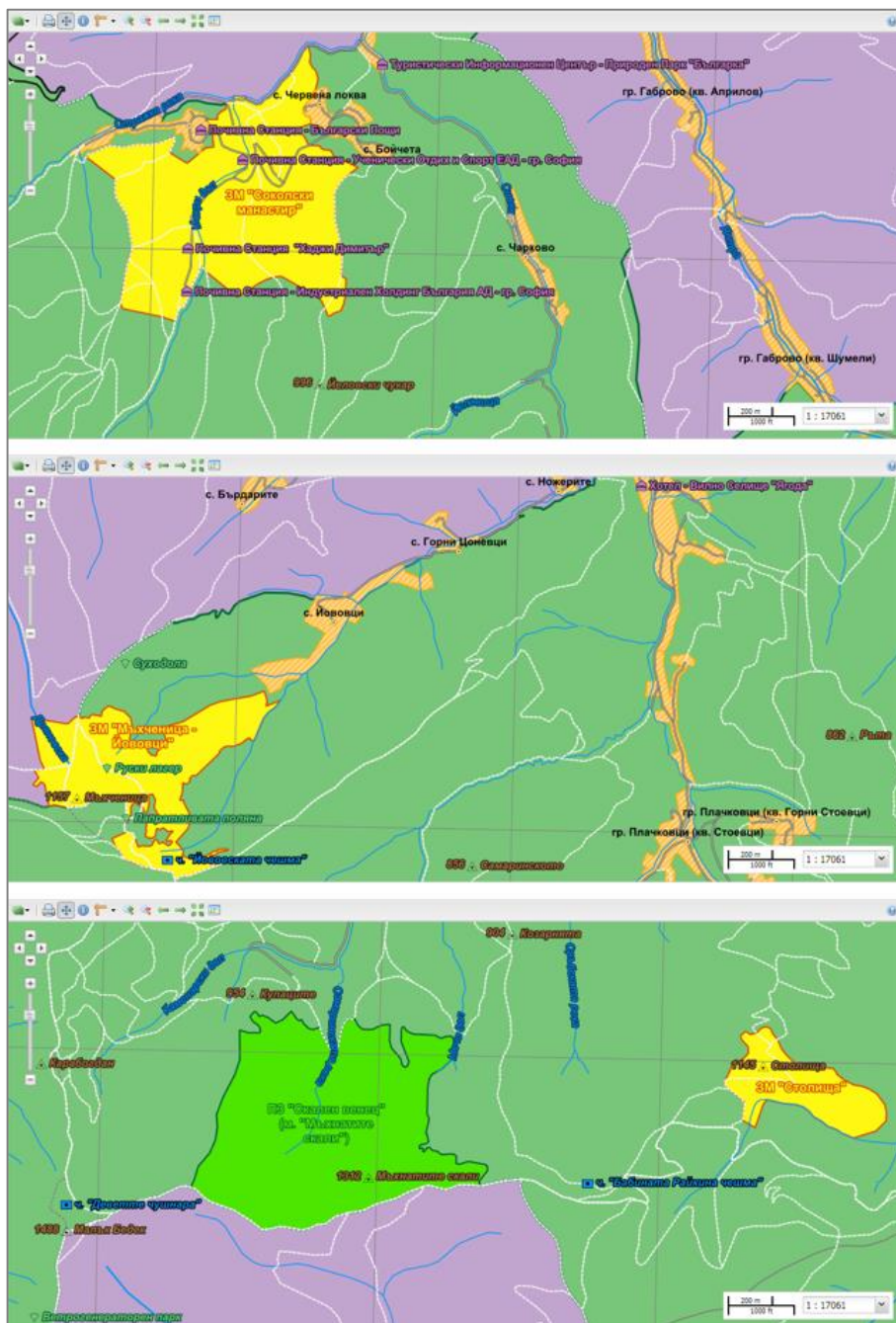
Фигура 4.15. Интерфейсен изглед на дребномащабно ниво на детайлност с администраторски достъп, предоставящ възможности за създаване, обновяване, изтриване на географски обекти

Feature Info	
Name	Value
name	Хотел - Вилно Селище "Ягода"
type	хотел
address	гр. Плачковци (кв. Късовци)
account_1	1 двуетажна вила "Ягода" (първи етаж: оборудвана кухня / баня с тоалетна / механа с камина, втори етаж: 3 двойки спални / баня / тоалетна / тераса)
account_2	3 еднофамилни вили - "Ива", "Бори" и "Крис" / с общ капацитет от 18 места + възможност за допълнителни походи легла
extras_1	(2 двойки спални / баня с тоалетна / хол / кабелна телевизия / хладилник / ютия с дъска за гладене / кафеаварка) / паркинг
extras_2	голяма ливада / покрито барбекю / селска печ / напълно оборудвана кухня / столова / автоматична пералня / безплатен интернет
extras_3	детска площадка / открит басейн с олимпийски размери и детски басейн (в непосредствена близост, в центъра на гр. Плачковци)
website	http://yagoda.trjavna.biz/
telephone	0899 926 557 / 0896 763 883
status	работещ

Фигура 4.16. Получаване на допълнителна информация за геопространствен обект



Фигура 4.17. Картни участъци в средномасщабно ниво на картографска детайлност



Фигура 4.18. Картни участъци в едромащабно ниво на картографска детайлност

4.2. ВНЕДРЯВАНЕ НА СЪЗДАДЕНОТО УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПП „БЪЛГАРКА“ В УЕБ САЙТОВА ИЗРАБОТКА

За по-голяма практическа приложимост на създаденото уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ е осъществено неговото внедряване в уеб сайтова информационна система. Във връзка с целта на изследването, е разработен концептуален модел на уеб сайт с примерно съдържание и структура, като в Прил. 3, Фиг. 2-5 са представени действащи приложения.

По отношение на уеб сайтова изработка е избрана и свалена шаблонна тема (включваща *.html, *.css и *.js файлове) от безплатния софтуер с отворен код на WordPress (WordPress, 2018), която впоследствие е модифицирана, съобразно: заложеното съдържание с обособени раздели (табове), включително планираната структура с организирани елементи (тагове). Като краен резултат, е приложено следното примерно съдържание и структура:

1. На първа страница на уеб сайта с обособен таб „Начало“ са изложени местоположението и характеристиката на ПП „Българка“.
2. На втора страница на уеб сайта с обособен таб „УЕБ ГИС приложение“ са изложени дребномащабните интерфейсни изгледи на уеб ГИС приложението за ПП „Българка“ с добавените активни линкове, съответно за *ограничено* или *администраторско* право на достъп.
3. На трета страница на уеб сайта с обособен таб „Природни местообитания“ са изложени:
 - 1) Снимки на хабитати;
 - 2) Извеждащи наименования на хабитати след преминаване с мишката върху съответната снимка;
 - 3) Препращащи описания на хабитати след кликване с мишката върху съответната снимка.
4. На четвърта страница на уеб сайта с обособен таб „Забележителни обекти“ са изложени интересни места за туристически посещения в териториалния обхват на ПП „Българка“, като за всяко от тях е добавена възможност за визуализиране на галерия снимки при клик върху „Покажи албума“.
5. На пета страница на уеб сайта с обособен таб „Туристически маршрути“ е изложен подробен списък с вариантни маршрути за пешеходен и велосипеден туризъм, като за всеки от тях е добавена възможност за представяне на *детайлно описание*, посредством указване на: *цветова маркировка*, *междинни точки* и *времеви интервали* на отделните участъци.
6. На шеста страница на уеб сайта с обособен таб „За мен“ (който впоследствие ще бъде променен на „За нас“, във връзка с предоставяне на информация от *парковата дирекция*) е изложено кратко описание, и е предоставена *контактна форма* (с добавена възможност за връзка чрез платформата на *LinkedIn* или *Facebook*).

Забележки:

1. За снимките и описанията в раздел „Природни местообитания“ като източници са използвани:
 - 1) Информационна система за защитени зони от екологична мрежа *Натура 2000* (*Натура 2000, 2016-a*);
 - 2) Ръководство за определяне на местообитания от европейска значимост в България (*Кавръкова и др., 2009*).
2. Всички останали снимки и описания (включително приложените карти) са изцяло авторско дело.

4.3. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ПРЕОДОЛЕНИ ТРУДНОСТИ

В дисертацията са разгледани следните основни предизвикателства и преодолените трудности:

- 4.3.1. Картографиране на разпространението и клъстеризацията на местообитанията
- 4.3.2. Контрол на качеството на създадените геопространствени данни по отношение на атрибути, геометрия и топология
- 4.3.3. Символно кодиране на геопространствените данни
- 4.3.4. Конфигуриране на epsg кодове
 - 4.3.4.1. Конвертиране на проекционни файлове към epsg кодове
 - 4.3.4.2. Коригиране на epsg кодове за коректна визуализация на ГИС слоеве
- 4.3.5. Прилагане на Styled Layer Descriptor (SLD) за стилизация на гис слоеве
- 4.3.6. Преодоляване на клиентски и сървърни грешки
- 4.3.7. Обобщаване на предимствата и недостатъците на приетите подходи за преодоляване на възникналите трудности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеното уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“ е оригинален информационен продукт и представлява иновативно средство за свободно и регулирано предоставяне на геопространствени данни по отношение на биоразнообразието и туризма. Възможностите за неговото развитие и приложение са свързани, от една страна, с реализацията му като самостоятелен продукт, а от друга, с използването му като основа за разработването на нови ГИС продукти и уеб услуги.

В настоящото изследване е разработена и приложена адаптирана методология за разработка на структура и функционалност на специализирано уеб ГИС приложение с подходяща архитектура от софтуерни компоненти и уеб ГИС функционални инструменти за достъп, визуализация и анализ на общогеографски и тематични геопространствени данни за територията на ПП „Българка“. Представената методология има висока научно-приложна стойност при разрешаването на множество изследователски проблеми в различни научни и приложни направления, свързани с разработването на уеб ГИС приложения. Тя може да бъде използвана и при разработването на уеб ГИС приложения за различни защитени територии и зони от Натура 2000.

Във връзка с разработването на уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ са създадени геоинформационни слоеве с общогеографско и специализирано съдържание. По отношение на тематичната насоченост на разработването на уеб ГИС приложение към биоразнообразието и туризма е предприето рационално подбиране, анализиране, оценяване и обработване на наличните данни с геопространствен и непространствен характер. В резултат на това са създадени систематизирани геобазни данни, свързани с биоразнообразието и туризма.

По отношение на входните данни е осъществен качествен контрол върху геометрията, топологията и атрибутите за коректното представяне на общогеографското и тематичното съдържание за биоразнообразието и туризма в природния парк. Като входни източници са използвани векторни и растерни географски информационни слоеве по отношение на: *картен обхват, местоположение на района, математическа основа, хидрографска мрежа, транспортна мрежа, населени места, екосистемно разнообразие, видово разнообразие, природни обекти и туристическа инфраструктура*. Входните данни са обработени съобразно мащаба, обхвата, съдържанието и предназначението на разработката, като в допълнение, комплексното множество от ГИС слоеве за природните

местообитания е използвано за допълнителната разработка на нов ГИС слой, свързан с картографирането на клъстеризацията на хабитатите. Във връзка с осъществения контрол върху геометрията и атрибутите на данните е извършена актуализирана съпоставка със свободностъпни приложения, уеб сайтове с природозащитна и туристическа насоченост, хартиени карти и библиотечни данни. За топологичната валидация са зададени правила за: взаимосвързаност, неприпокриваемост, непресекаемост и йерархичност на множеството линейни обекти на гидрографската и транспортната мрежи, в това число: липса на свободновисящи възли, липса на интериорно пресичане или докосване, и липса на псевдовъзли. Извършено е преобразуване на първоначално заложеното символно кодиране на геопространствените данни, посредством използване на свободностъпнен офис пакет за преминаване от Windows 1251 кирилизирани към UTF-8 универсални символи.

Осъществена е генерализация на геоданните по отношение на геометричните форми, съобразно нуждата от интерактивна визуализация на тематични характеристики в различни мащаби. Представена е картографска визуализация по отношение на три нива на детайлност със следните гранични стойности: M1:150 000 - M1:90 000, M1:90 000 - M1:45 000 и M1:45 000 - M1:1 000. Приложени са следните генерализационни оператори за: *подбор, елиминирание, опростяване, обобщаване, обединяване, свиване, коригиране и отместване*. Възникналите конфликтни участъци в картните модели след завършената генерализация са премахнати чрез променяне на знаковата система и отстраняване на логическите грешки.

За разработените ГИС слоеве е извършено интегриране, актуализиране и пресъхраняване с настолния ГИС софтуер на ArcGIS при настъпване на последващи промени, с цел увеличаване на бъдещата приложимост на събраната геоинформация. По-специално, за целите на дигиталното представяне на пространственото разпространение и клъстерното струпване на природни местообитания, в ГИС среда са извършени файлови форматни конвертирания от *.pdf към *.shp, посредством използване на свободностъпнен софтуер за форматни конвертирания.

Във връзка с разработването на структура и функционалност на уеб ГИС приложението за ПП „Българка“ е извършено сравнение на най-често използваните приложни платформи за уеб разработки на ГИС приложения, след което е взето решение за избор на конкретна архитектура от софтуерни продукти с отворен код, обезпечаваща както невидимата част от процеса (отговаряща за ефективната работа с обемни геоданни), така и видимата част на процеса (отговаряща за бързата и плавната визуализация на предоставените геоданни). За целта е извършена инсталация на софтуерния пакет на OpenGeo Suite, включващ следните програмни компоненти: *PostgreSQL/PostGIS, GeoServer, GeoWebCache и GeoExplorer*.

За осигуряване на гъвкава структура за оптимизиран достъп, анализ и обмен на геоданни, разнородните типове ГИС слоеве са интегрирани във и управлявани от една обща обектно-релационна база данни на PostGIS, свързана с картографиращия сървър на GeoServer, а оттам и с вградената кешираща система на GeoWebCache. Извършено е създаване и конфигуриране на три геобазы данни, като за целта е приложено комплексно групиране на ГИС слоеве за различните нива на детайлност. При необходимост от осъществяване на актуализация на атрибутивните характеристики в базите данни са изпълнявани SQL концептуални функционални изрази с правилно изградена синтактична структура.

По отношение на заредените ГИС слоеве в GeoServer е извършено попълване на основна информация. Реализирано е *обосновано конфигуриране* на EPSG кодове: от една страна - чрез използване на онлайн услуга за конвертиране на проекционни файлове към EPSG кодове, а от друга - чрез коригиране на EPSG кодовете за коректна визуализация на ГИС слоевете, с цел преминаване от Универсална Трансверзална Меркаторова Проекция за зона 35N към Уеб Меркаторова проекция, във връзка със стандартните софтуерни настройки за уеб приложими геостандарти. Осъществено е *персонализирано стилизиране* с използване

на SLD библиотеки с условни знаци, линии, шриховки и надписи след съпоставяне с онлайн наръчник за множество шрифтове на картни символи (както чрез автоматизирано извличане от инсталирано разширение към настолния ГИС софтуер на ArcGIS, така и чрез допълнително ръчно програмиране), последвано от *поетапно редактиране* на необходимите геопараметри за завършване с *публично споделяне* на геопространствената информация.

Поради необходимостта от осигуряване на ускорен и ефективен достъп до предоставените геослоеве е осъществено уеб складиране на геоданните през кеширащата система на GeoWebCache. За тази цел е извършено: създаване и администриране на *грид-мрежа* (със задаване на: координатна референтна система, картни тайлови размери и дигитални зуум нива с мащабни числови стойности) и конфигуриране на *кеш-параметри* (за включване на геопространствен кеш; за автоматизиране на неговото прилагане; и за добавяне на алтернативни възможности за: мета-тайлово оразмеряване, картно-тайлово форматиране и грид-мрежово задаване). Приложена е конкретна селекция на *минимални* и *максимални дигитални зуум нива* за публикуване и кеширане, по отношение на проектираните базови картни подложки (с различна степен на детайлност) и *тематичните географски информационни слоеве*.

Окончателната конфигурация на структурата и функционалността е визуализирана през независим уеб браузър чрез JavaScript приложението на GeoExplorer (използващо JavaScript библиотеката на GeoExt, комбинираща JavaScript библиотеките на OpenLayers и ExtJS). Изградена е уеб ГИС панелна структура, във връзка с: *поместване на специализирани интерактивни карти* (за свободен достъп до тематична атрибутивна и пространствена информация, подбрана и проверена откъм точност и актуалност) и *добавяне на геоаналитични функционални инструменти* (за динамична визуализация на картното съдържание чрез естетическо оформление на картографски обекти и надписи за различни мащаби; ефективен анализ на пространствената локализация на картографираните обекти и диференциран достъп до вградени функции за успешно осъществяване на потребителски заявки, посредством използване на хиперлинк технология и категоризационна филтрация). По време на разработката са отстранени констатираните клиентски и сървърни грешки.

Имплементираното уеб ГИС приложение за ПП „Българка“ е представено, като е внедрено в уеб сайтова изработка, посредством комбинирано прилагане на програмните езици на *HTML*, *CSS* и *JavaScript*. Разработени са два варианта за използване на уеб ГИС приложението с предвиждане на *свободен* и *регулиран* достъп, съответно за повишаване на *обществената информираност* и подобряване на *вътрешнопарковото управление*, чрез предоставяне на интерактивни карти с разнообразна информация за биоразнообразието и туризма на природния парк. Разработеното уеб ГИС приложение е иновативен продукт, който притежава голям потенциал за бъдещо развитие, както като самостоятелно приложение, така и като база за разработване на нови ГИС продукти и уеб услуги.

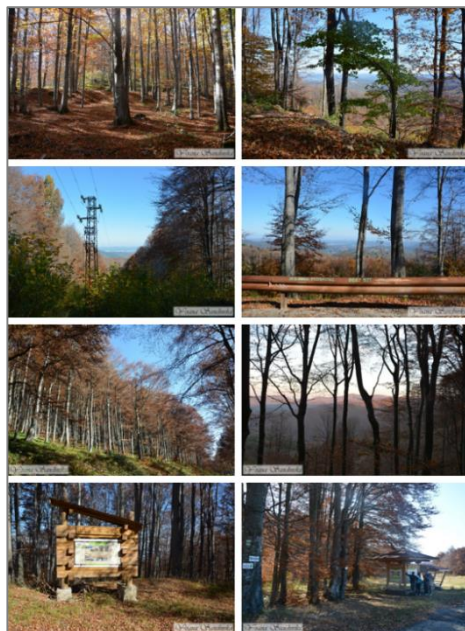
ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Район на изследване

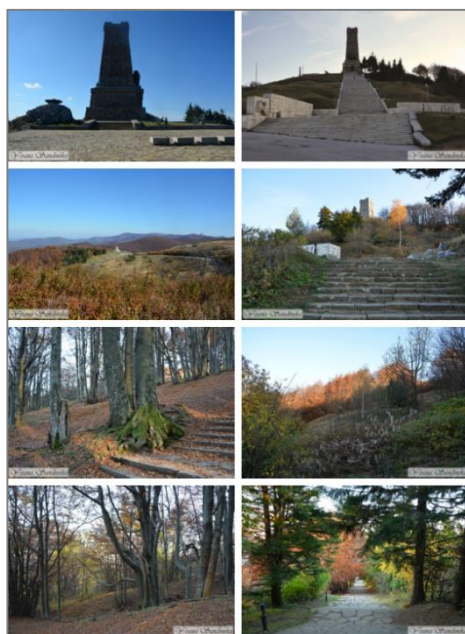
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Използване на ArcGIS за съхранение, обработка, анализ и визуализация на събраните геопространствени данни

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Внедряване на създаденото уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“ в уеб сайтова изработка

РАЙОН НА ИЗСЛЕДВАНЕ



Фигура 1. Горски масиви в Природен парк „Българка“



Фигура 4. Район на вр. Шипка

Таблица 1. Описание на пешеходен маршрут Е-3

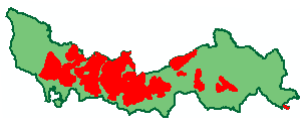
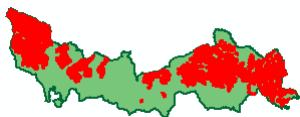
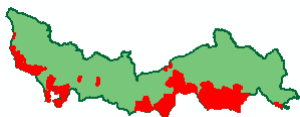
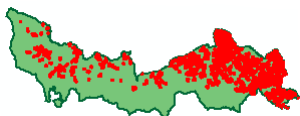
Маркировка [цвят]	Времетраене [дена x часа]	Междинни точки	1	2	3	4	5	6
			Участъци [часа]					
	1 ден x 4.5 часа	х. "Партизанска песен"	4.5					
		м. Узана						
	2 ден x 4.5 часа	вр. Шипка		4.5				
		х. "Бузлуджа"						
	3 ден x 3.5 часа	вр. Караджова кула			3.5			
		вр. Малък бегек						
	4 ден x 5.5 часа	ГД "Българка"				5.5		
		х. "Грамадлива"						

Таблица 2. Описание на пешеходен маршрут В1

Маркировка [цвят]	Времетраене [дена x часа]	Междинни точки	1	2	3	4	5	6
			Участъци [часа]					
зелен	1 ден x 3 часа	гр. Трявна (кв. Център)	3					
		с. Станчов хан						
	2 ден x 5 часа	с. Свирци		5				
		ЗМ "Студен кладенец"						
		с. Кръстец						
	3 ден x 4 часа	х. "Извора"			4			
		ГД "Българка"						
	4 ден x 5 часа	вр. Малък бегек				5		
		гр. Габрово (кв. Ябълка)						
	5 ден x 7 часа	АЕК "Етѐра"					7	
		ЗМ "Соколски манастир"						
		вр. Шипка						
		м. Узана						
	6 ден x 5 часа	гр. Габрово (кв. Център)						5

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ArcGIS ЗА СЪХРАНЕНИЕ, ОБРАБОТКА, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА СЪБРАНИТЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ

Таблица 1. Локализация на природни местообитания в ПП „Българка“

№	КОД	МЕСТООБИТАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ (ИМЕНА НА КИРИЛИЦА И ЛАТИНИЦА)	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
1	8310	Неблагоустроени пещери	
		Caves not open to the public	
			
2	9150	Термофилни букови гори (Cephalanthero-Fagion)	
		Medio-European limestone beech forests of the Cephalanthero-Fagion	
			
3	91W0	Мизийски букови гори	
		Moesian beech forests	
			
4	9130	Букови гори от типа Asperulo-Fagetum	
		Asperulo-Fagetum beech forests	
			
5	9170	Дъбово-габъррови гори от типа Galio-Carpinetum	
		Galio-Carpinetum oak-hornbeam forests	
			
6	9180	Смесени гори от съюза Tilio-Acerion върху сипеи и стръмни склонове	
		Tilio-Acerion forest of slopes, screes and ravines	
			
7	91G0	Панонски гори с Quercus petraea и Carpinus betulus	
		Pannonic woods with Quercus petraea and Carpinus betulus	
			

№	КОД	МЕСТООБИТАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ (ИМЕНА НА КИРИЛИЦА И ЛАТИНИЦА)	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
8	9110	Букови гори от типа Luzulo-Fagetum	
		Luzulo-Fagetum beech forests	
9	91Z0	Мизийски гори от сребролистна липа	
		Moesian silver lime woods	
10	91M0	Балкано-панонски церово-горунови гори	
		Pannonian-Balkan turkey oak - sessile oak forests	
11	8220	Хазмофитна растителност по силикатни скални склонове	
		Siliceous rocky slopes with chasmophytic vegetation	
12	6430	Хидрофилни съобщества от високи треви в равнините и в планинския до алпийския пояс	
		Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels	
13	6210	Полуестествени сухи тревни и храстови съобщества върху варовик (Festuco-Brometalia) (*важни местообитания на орхидеи)	
		Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (Festuco Brometalia) (*important orchid sites)	
14	4060	Алпийски и бореални ерикоидни съобщества	
		Alpine and Boreal heaths	

№	КОД	МЕСТООБИТАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ (ИМЕНА НА КИРИЛИЦА И ЛАТИНИЦА)	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
15	6520	Планински сенокосни ливади	
		Mountain hay meadows	
16	8210	Хазмофитна растителност по варовикови скални склонове	
		Calcareous rocky slopes with chasmophytic vegetation	
17	6110	Отворени калцифилни или базифилни тревни съобщества от Alysso-Sedion albi	
		Rupicolous calcareous or basophilic grasslands of the Alysso-Sedion albi	
18	ОБЩ	Клъстеризация на природни местообитания	

Таблица 2. Растителни и животински целеви видове в ПП „Българка“

№	КОД	ЦЕЛЕВИ ВИДОВЕ (БРОИ НА КИРИЛИЦА И ЛАТИНИЦА)	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
1	Безгръбначни: 93 (латиница и кирилица) 77 (латиница)		
2	Риби: 1 (латиница и кирилица)		
3	Земноводни: 2 (латиница и кирилица)		

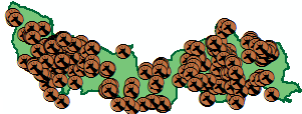
№	КОД	ЦЕЛЕВИ ВИДОВЕ (БРОИ НА КИРИЛИЦА И ЛАТИНИЦА)	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
4	Влечуги:	2 (латиница и кирилица)	
5	Бозайници, изключващи прилепи:	28 (латиница и кирилица) 1 (латиница)	
6	Прилепи:	19 (латиница и кирилица) 5 (латиница)	
7	Птици:	21 (латиница и кирилица)	
8	Растителни видове:	1 (латиница и кирилица)	

Таблица 3. Брой разновидности и локации на срещаните целеви видове в ПП „Българка“

№	ЦЕЛЕВИ ВИДОВЕ	БРОЙ РАЗНОВИДНОСТИ	БРОЙ ЛОКАЦИИ
1	БЕЗГРЪБНАЧНИ	170	242
2	РИБИ	1	3
3	ЗЕМНОВОДНИ	2	56
4	ВЛЕЧУГИ	2	4
5	БОЗАЙНИЦИ, ИЗКЛЮЧВАЩИ ПРИЛЕПИ	29	375
6	ПРИЛЕПИ	24	277
7	ПТИЦИ	21	232
8	РАСТИТЕЛНИ ВИДОВЕ	1	5
Σ	ОБЩ БРОЙ	250	1194

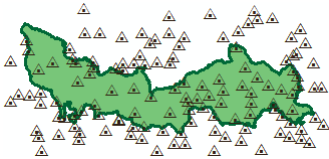
Таблица 4. Картографиране на: маршрути, настанителни места, планински върхове, природни забележителности, защитени местности, природни местности и каменни чешми

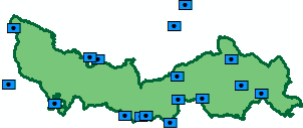
№	НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
I	МАРШРУТИ (26)	
1 ПЕШЕХОДНИ (15)		
•	B1	
	ПП „БЪЛГАРКА“	
		
•	B2	
	гр. Трявна - х. Грамадлива	
		
•	B3	
	гр. Трявна - х. Бузлуджа (по Верейския друм)	
		
•	B4	
	с. Радевци - ГД „Българка“	
		
•	B5	
	гр. Плачковци - гр. Габрово (кв. Ябълка)	
		
•	B6	
	гр. Габрово (кв. Ябълка) - х. Бузлуджа	
		
•	B7	
	с. Поток - чешма Еверест	
		

№ НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
В8 • с. Поток - вр. Шипка	
В9 • гр. Габрово (АЕК Етъра) - вр. Шипка	
В10 • гр. Габрово (кв. Радецки) - вр. Шипка	
В11 • гр. Габрово (кв. Радецки) - вр. Шипка	
В12 • гр. Габрово (кв. Хаджицонев мост) - х. Узана	
В13 • м. Люляците - м. Узана	
Е3 • Е-3 (КОМ - ЕМИНЕ)	
FT • „По пътя на четата на Филип Тотьо“	

№	НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
2 ВЕСЛОСИПЕДНИ (11)		
•	R1	
	вр. Бузлуджа - ЗМ "Столица"	
		
•	R2	
	гр. Габрово (кв. Етъра) - ЗМ "Соколски манастир"	
		
•	R3	
	м. "Узана"	
		
•	R4	
	с. Стоевци - ЗМ "Столица"	
		
•	R5	
	гр. Плачковци (кв. Минково) - с. Кръстец	
		
•	R6	
	с. Поток - вр. Бузлуджа	
		
•	R7	
	х. "Партизанска песен" - вр. Шипка	
		

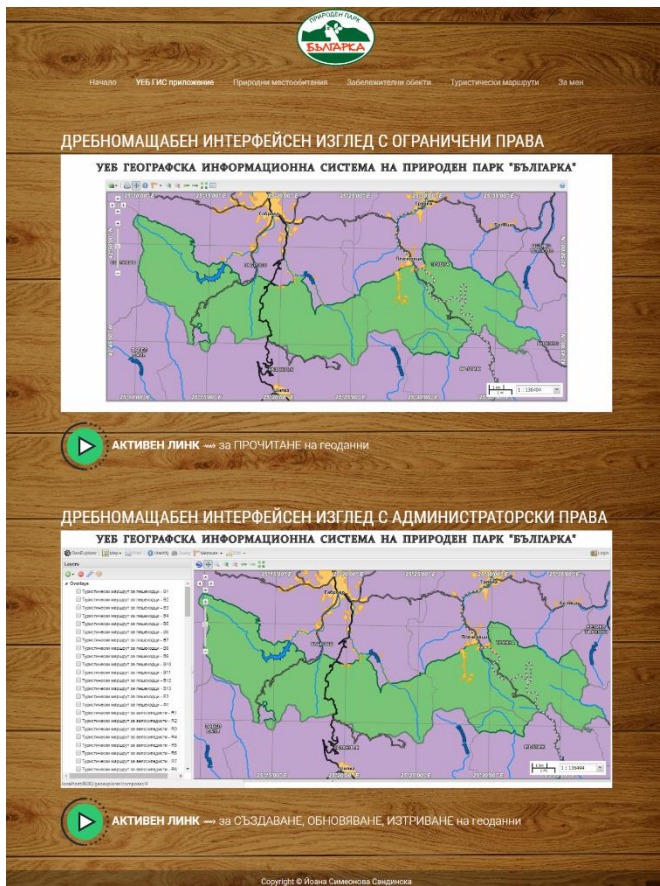
№	НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
•	R8	
	вр. Шипка - вр. Бузлуджа	
		
•	R9	
	гр. Габрово (кв. Радецки) - вр. Шипка	
		
•	R10	
	гр. Габрово (кв. Хаджицонев мост) - х. "Партизанска песен"	
		
•	R11	
	с. Кръстец - ЗМ "Столица"	
		
II НАСТАНИТЕЛНИ МЕСТА (62)		
•	КЪМПИНГИ (1)	
•	КЪЩИ ЗА ГОСТИ (8)	
•	ПОЧИВНИ СТАНЦИИ (16)	
•	СПОРТНИ БАЗИ (1)	
•	ТУРИСТИЧЕСКИ ИНФОРМАЦИОННИ ЦЕНТРОВЕ (2)	
•	ХИЖИ (20)	
•	ХОТЕЛИ (14)	
		

№	НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
III	ПЛАНИНСКИ ВЪРХОВЕ (130)	
•		
IV	ПРИРОДНИ ЗАБЕЛЕЖИТЕЛНОСТИ (3)	
• ПЗ "ВИКАНАТА СЕНА"		
• ПЗ "ГОЛЕМИЯ БУК" (М. "МЪГЛИЖКА ПОЛЯНА")		
• ПЗ "СКАЛЕН ВЕНЕЦ" (М. "МЪХНАТИТЕ СКАЛИ")		
		
V	ЗАЩИТЕНИ МЕСТНОСТИ (5)	
• ЗМ "ЕСТЕСТВЕНО ТИСОВО НАХОДИЩЕ"		
• ЗМ "МЪХЧЕНИЦА - ЙОВОВЦИ"		
• ЗМ "СОКОЛСКИ МАНАСТИР"		
• ЗМ "СТОЛИЩА"		
• ЗМ "СТУДЕН КЛАДЕНЕЦ"		
• М. "УЗАНА"		
		
VI	ПРИРОДНИ МЕСТНОСТИ (19)	
•		

№	НАИМЕНОВАНИЯ И УСЛОВНИ ЗНАЦИ ЗА ТУРИЗЪМ	СХЕМАТИЧЕН ИЗГЛЕД В М1:1 000 000
VII	КАМЕННИ ЧЕШМИ (17)	
•		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

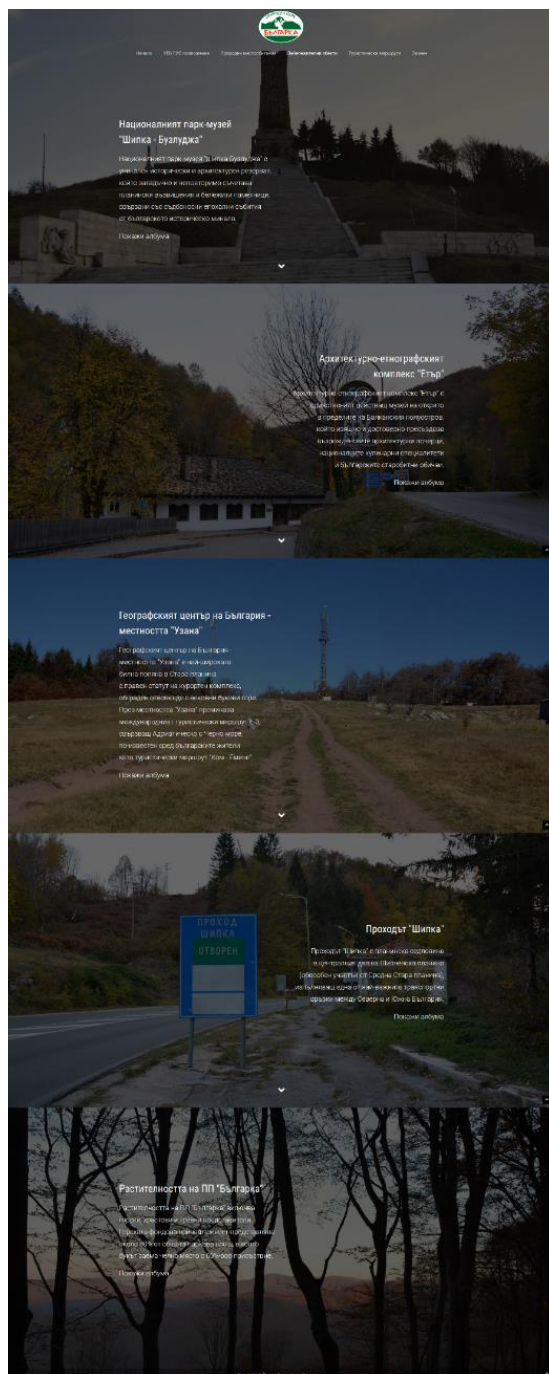
ВНЕДРЯВАНЕ НА СЪЗДАДЕНОТО УЕБ ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ПП „БЪЛГАРКА“ В УЕБ САЙТОВА ИЗРАБОТКА



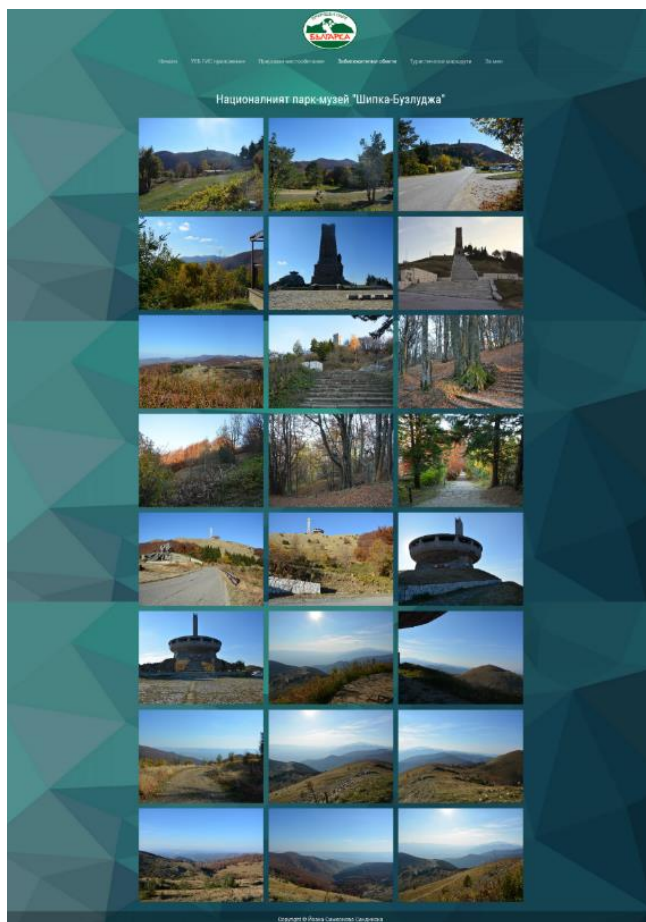
Фигура 2. Втора страница на уеб сайта с обособен таб „УЕБ ГИС приложение“



Фигура 3. Трета страница на уеб сайта с обособен таб „Природни местообитания“



Фигура 4. Четвърта страница на уеб сайта с обособен таб „Забележителни обекти“



Фигура 4.1. Първа подстраница на четвърта страница на уеб сайта с обособен таб „Забележителни обекти“ - Националният парк-музей „Шипка-Бузлуджа“



Фигура 5. Пета страница на уеб сайта с обособен таб „Туристически маршрути“

НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Разработен е оригинален информационен продукт - специализирано уеб ГИС приложение за Природен парк „Българка“, като иновативно средство за свободно и регулирано предоставяне на геопространствени данни, по отношение на биоразнообразие и туризъм. Създаденото уеб ГИС приложение притежава голям потенциал за бъдещо развитие, както като самостоятелен продукт, така и като база за разработване на нови ГИС продукти и уеб услуги.
2. Разработена и приложена е адаптирана методология за имплементиране на структура и функционалност на специализирано уеб ГИС приложение с подходяща архитектура от софтуерни продукти чрез систематизиран набор от уеб ГИС инструменти за достъп, визуализация и анализ на общогеографски и тематични геопространствени данни за територията на Природен парк „Българка“. Представената методология има висока научно-приложна стойност при разрешаване на множество изследователски проблеми в различни научни и приложни направления, свързани с разработването на уеб ГИС приложения. Тя може да бъде използвана и при разработване на уеб ГИС приложения за различни защитени територии и зони от Натура 2000.
3. Създадени са общогеографски и специализирани геобазни данни за Природен парк „Българка“, проверени по отношение на геометрични, топологични и атрибутивни характеристики. Генерирани са интерактивни картни продукти, комбиниращи базови картни подложки и тематични геоинформационни слоеве за биоразнообразие и туризъм в различни мащаби с различна детайлност. Осигурена е валидирана геооснова за атрактивна визуализация и персонализиран анализ на предоставените геоданни. Приложени са подходи за систематизирана работа със съвременни геоинформационни технологии.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Сандинска, Й. (2017) Интерактивно уеб картографиране на Природен парк „Българка“. Списание „Проблеми на географията“, Кн. 4, с. 28-46, ISSN: 0204-7209, ISSN: 2367-6671 (Online)
2. Sandinska Y. (2016) Technological Principles and Mapping Applications of Web GIS. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS (Albena), Bandrova, T., Konechny, M. (Eds.), Bulgarian Cartographic Association, Vol. 1, pp. 287-296, ISSN: 1314-0604, DOI: 10.13140/RG.2.2.33019.92964 (ISI Web of Science, IDS Number: BF90J)
3. Sandinska Y. and R. Vateva (2016) Mapping and Analysis of Land Cover and Habitat Types in the “Bulgarka” Nature Park in Bulgaria for Web GIS Application. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS (Albena), Bandrova, T., Konechny, M. (Eds.), Bulgarian Cartographic Association, Vol. 1, pp. 693-703, ISSN: 1314-0604, DOI: 10.13140/RG.2.2.33019.92964 (ISI Web of Science, IDS Number: BF90J)

- БГКОД (2016) Бази от данни. Програмни езици. Достъпна на: <http://www.bgcode.com/bg/2.html>
(Актуална към: 22.04.2016)
- Вацева, Р. (2015) Динамика на урбанизираните територии на Черноморската крайбрежна зона в България за периода 1977-2011 г. по данни от дистанционни изследвания. С., БАН-НИГГ, с. 336
- Гърциянова, К. (2016) Оценка на земното покритие и земеползването в басейна на р. Осъм с използване на географски информационни системи. Проблеми на географията, 3-4, с. 85-102
- ДавГЕО (2008) Туристическа карта на Природен Парк „Българка“ в М1:50 000
- ДавГЕО (2013) Веломаршрути на Природен Парк „Българка“ в М1:40 000
- ДавГЕО (2015) 3Д модел на ПП „Българка“. Достъпна на: <http://davgeo.com/work/touch-screen-system>
(Актуална към: 21.04.2015)
- Динков, Д. (2018) 3D моделиране на природни ландшафти с използване на безпилотни летателни системи. Проблеми на географията, Кн. 1-2
- ДОМИНО (2016) 2 част: Туристическа карта на Стара планина. Средна Стара планина от Узана до Вратник в М1:50 000
- ДПП „Българка“ (2016-а) Биоразнообразие. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/aboutus/biodiversity> (Актуална към: 21.04.2016)
- ДПП „Българка“ (2016-б) Защитени местности. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/aboutus/protected> (Актуална към: 21.04.2016)
- ДПП „Българка“ (2016-в) Природни забележителности. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/aboutus/landmark> (Актуална към: 21.04.2016)
- ДПП „Българка“ (2016-г) История/дейности. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/aboutus/history> (Актуална към: 21.04.2016)
- ДПП „Българка“ (2016-д) Маршрути и екопътеки. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/tourism/1330955565738-%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%8A%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%B8> (Актуална към: 21.04.2016)
- ДПП „Българка“ (2016-е) Обекти. Достъпна на: <http://www.ppbulgarka.net/tourism/13309553997125-%D0%9E%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8> (Актуална към: 21.04.2016)
- Кавръкова, В., Димова, Д., Димитров, М., Цонев, Р., Белев, Т., Раковска, К. /ред./ 2009. Ръководство за определяне на местообитания от европейска значимост в България. Второ, преработено и допълнено издание. София, Световен фонд за дивата природа, Дунавско - Карпатска програма и федерация “ЗЕЛЕНИ БАЛКАНИ”
- Кастрева, П. (2011) Географски информационни системи и компютърна картография. Университетско издателство “Неофит Рилски”
- Кастрева, П., Ив. Дреновски, Г. Безинска, С. Иванов (2015) Създаване на специализирана карта на културното наследство - приоритетни цели и задачи. Геодезия, картография и земеустройство, бр. 5-6, 2015, с. 21-23
- Момчев, Ж. (2015) От връх Ком до нос Емине. Пътеводител по билото на Стара планина. 650 км из величествения Балкан пеша, с велосипед, на ски. Карти на целия маршрут. Изд. Ойларипи, ISBN: 978-619-90415-1-2
- Попов, А. (2012) Географски Информационни Системи. Изд. Анубис, С., с. 472
- Попов, А., А. Коцев (2011) ГИС и Интернет. Изд. Фондация ЛОПС, С., с. 298

- Сандинска, Й. (2017) Интерактивно уеб картографиране на Природен парк „Българка“. Списание „Проблеми на Географията“, Кн. 4, с. 28-46, ISSN: 0204-7209, ISSN: 2367-6671 (Online)
- Филипов, А. (2010) Използване на безпилотни летателни средства (БЛС) като платформи за дистанционни изследвания. Сб. Докл. Международна конференция "География и регионално развитие", София, НИГГГ, с. 411-416
- Филипов, А. (2016) Използване на безпилотна летателна система за фотограметрични цели. Год. на СУ, ГГФ, Кн. 2 - География, 109, с. 7-15
- Черкезова, Е., Методиева, Г., Илиева, Н., Генчев, Ст., Равначка, Ал. (2017) Създаване на пространствена база данни за обща физико-географска информация за територията на България. Сборник доклади от пета международна научна конференция „Географски науки и образование“, Шумен, 4-5 ноември 2016 г., Университетско изд. "Епископ Константин Преславски", с. 46-48
- ЗЗТ (2018) Закон за защитените територии. ДВ, бр. 133 от 11.11.1998 г., последно изменение ДВ, бр. 66 от 26.07.2013 г. Достъпен на: <http://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/filebase/Nature/Legislation/Zakoni/ZZT.pdf> (Актуален към: 29.03.2018)
- ИАОС (2018) Изпълнителна агенция по околна среда. Регистър на защитените територии и защитените зони в България. Достъпен на: <http://eea.government.bg/zpo/bg> (Актуален към: 10.02.2018)
- Натура 2000 (2016-а) ПП „Българка“. Защитена зона по директивата за местообитанията. Достъпен на: <http://natura2000.moew.government.bg/Home/ProtectedSite?code=BG0000399&siteType=HabitatDirective> (Актуален към 25.02.2016)
- Натура 2000 (2016-б) ПП „Българка“. Защитена зона по директивата за птиците. Достъпен на: <http://natura2000.moew.government.bg/Home/ProtectedSite?code=BG0000399&siteType=BirdsDirective> (Актуален към 25.02.2016)
- Alberdi I., M. Laka and I. Olazola (2014) Review of Consolidated Web Mapping Technologies for the Management and Visualization of Multiple Geospatial Data Layers. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 1, pp. 86-95
- Anderson, G. and R. Moreno-Sanchez (2003) Building Web-Based Spatial Information Solutions Around Open Specifications and Open Source Software. Transactions in GIS, Vol. 7, pp. 447-466
- Angelova, Y. (2014) Means For Managing Banks Of Spatial Information. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 1, pp. 31-33
- Avagyan, A., Radovan Hilbert, Hayk Yeritsian, Hasmik Manandyan, Aleksandr Arakelyan, Artak Piloyan and Anna Elbakyan (2016) Electronic Regional Risk Atlas: Development, Structure and Application Practice in Republic of Armenia. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 2, pp. 834-835
- Bandrova T. and Pashova L. (2017) Cartographic Visualization of Multi-Source Data for the Disaster Management Response. 13th International Conference Geoheritage, Geoinformation and Cartography Selce, Croatia, September 7-9
- Barancsik, A. and Albert Gáspár (2016) A Web-Based Application for Modeling Litospheric Stress from Geological Map Data. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 118-126
- Bauer J. (2012) Assessing the Robustness of Web Feature Services Necessary to Satisfy the Requirements of Coastal Management Applications. The College of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, Oregon State University, A research paper

- Bossard M., J. Feranec and J. Otahel (2000) CORINE Land Cover Technical Guide-Addendum 2000. Technical Report 40, Copenhagen, European Environment Agency, 105 p. Достъпна на: <http://www.eea.europa.eu/publications/tech40add> (Актуална към: 25.02.2016)
- Boundless (2016-a) Introduction to PostGIS. Достъпна на: <http://workshops.boundlessgeo.com/postgis-intro> (Актуална към: 20.05.2016)
- Boundless (2016-6) Boundless Suite: GeoServer I Course. Достъпна на: <http://boundless.talentlms.com/catalog/info/id:119> (Актуална към: 23.06.2016)
- Boundless (2016-в) Part4: GeoExplorer. Достъпна на: <http://workshops.boundlessgeo.com/suiteintro/geoexplorer/index.html> (Актуална към: 10.11.2016)
- CEC (1995) CORINE Land Cover. Luxembourg: Commission of the European Communities. Достъпна на: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (Актуална към: 25.02.2016)
- Chun, D., Liu Ji-ping, Li Bin, Kang Feng-guang and Liu Xiao-dong (2014) Means Of Developing the Application of Geographic National Conditions Webmap. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 1, pp. 198-203
- Craciunescu, V., G. Stancalie, E. Roumenina, V. Kazandjiev, G. Jelev, L. Filchev, E. Savin, S. Catana and D. Mihailescu (2012) Interactive Web-Mapping System for Satellite Based Agricultural Applications in Bulgaria and Romania. Proceedings of the 4th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 429-438
- Dept. of Geo-Information Processing (2010) Client-Server Architectures. Достъпна на: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%201/morning/1a-%20Client-Server%20Architectures.pdf> (Актуална към: 10.01.2016)
- Dept. of Geo-Information Processing (2012) Client/Server Approach. Достъпна на: <http://www.changes-itn.eu/Portals/0/Content/2012/Dortmund%20November/CHANGES%20UT%20web%20GIS%20Turdukov.pdf> (Актуална към: 10.01.2016)
- Dinkov, D. and R. Vatseva (2016) 3D Modelling and Visualization for Landscape Simulation. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Bandrova, T., Konechny, M. (Eds.), Bulgarian Cartographic Association, Vol. 1, pp. 320-333
- Divjak, A.K., Miljenko Lapaine and Anita Ciganović (2012) National and Affiliate Members of the International Cartographic Association (ICA) on a Web Map. Proceedings of the 4th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 285-294
- Dobrinkova N., Geert Seynaeve, Asen Slavev and Andriana Zlatkova (2016) Impress Project Decision Support Tool in Real Test Case Scenario Application. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 2, pp. 808-816
- Dragičević, S. (2004) The potential of Web-based GIS. Journal of Geographical Systems, Vol. 6, pp. 79-81
- EEA (2007) CLC2006 Technical Guidelines. EEA Technical Report 17, Copenhagen, European Environment Agency, 70 p. Достъпна на: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_17 (Актуална към: 25.02.2016)
- EEA (2015) CORINE Land Cover 2012 Bulgaria. Достъпна на: <http://eea.government.bg/bg/projects/korine-14/index> (Актуална към: 15.10.2015)
- GeoServer SLD Cookbook (2016-a) Points. Достъпна на: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/styling/sld/cookbook/points.html> (Актуална към: 14.05.2016)
- GeoServer SLD Cookbook (2016-6) Lines. Достъпна на: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/styling/sld/cookbook/lines.html> (Актуална към: 14.05.2016)

- GeoServer SLD Cookbook (2016-в) Polygons. Достъпна на: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/styling/sld/cookbook/polygons.html> (Актуална към: 14.05.2016)
- GeoSolutions (2016) GeoServer. Достъпна на: <http://www.geo-solutions.it/technologies/geoserver> (Актуална към: 19.02.2016)
- GISGeography (2016-6) ArcGIS Shapefile Files Types & Extensions. Достъпна на: <http://gisgeography.com/arcgis-shapefile-files-types-extensions> (Актуална към: 14.02.2016)
- Iosifescu I. and Hurni L. (2013) Integrated Cartographic and Programmatic Access to Spatial Data using Object-Oriented Databases in an Online Web GIS. Proceedings of the 26th International Cartographic Conference, Dresden, pp. 148-161
- Iturrioz, T., Clara Rodríguez Fernández, José Pablo Gómez Barrón Sierra and Ramón Alcarria (2016) Creating Story Maps for Learning Purposes: the Black Death Atlas. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 221-230
- Ivánová I. (2015) OGC Web Services. Достъпна на: http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%201/afternoon/lecture_GeoServer_intro_print.pdf (Актуална към: 12.06.2016)
- Janecka, K., Andris Dzerve, Karel Charvat and Raitis Berzins (2012) The SDI-EDU Platform as a Way of the Modern GIS Vocational Education. Proceedings of the 4th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, p. 131
- Jiang T. (2010) Non-Proprietary Web Mapping Solutions for Use in Corporations. A WSP Case Study, Bachelor Thesis in Geomatics
- Kamburov, A., Tanya Slavova, Teodora Nemska and Dimitar Karshev (2016) Enhancing Geo-Literacy: Cloud-Based GIS as Inovative Informal Educational Tools. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 210-212
- Kırtılöğlu, O.S. and İ. Öztuğ Bildirici (2016) A Practical Approach to Create Isarithmic Map Layers that Can Be Used with Web Mapping Services. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 266-271
- Köbben B. (2010-a) Interoperability and GeoWebServices. Достъпна на: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%201/morning/1b-%20Interoperability%20and%20geoweb services.pdf> (Актуална към: 10.01.2017)
- Köbben B. (2010-6) A Short Introduction to Geo-WebServices. Lecture Note on the History and Principles of Geo-Webservices. Достъпна на: http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Geo-webservices_1.0.pdf (Актуална към: 16.02.2017)
- Köbben B. (2015-a) Open Standards, Open Source and Open Data. Достъпна на: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%201/morning/1c-%20OpenStandardsSourceAndData.pdf> (Актуална към: 6.05.2016)
- Köbben B. (2015-6) OpenLayers. A JavaScript Map Client API. Достъпна на: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%203/morning/5-%20OpenLayers.pdf> (Актуална към: 20.06.2016)
- Köbben B. (2015-в) Introduction to Client-Side JavaScript. Достъпна на: https://kartoweb.itc.nl/courses/D3exercise/exercises/ClientJavaScriptIntro_1.3.pdf (Актуална към: 20.06.2016)
- Köbben B. and Ivánová I. (2015-a) EXERCISE: Publishing Spatial Data with GeoServer. Достъпна на: http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%201/afternoon/exercise_WMS_GeoServer.pdf (Актуална към: 12.06.2016)

- Köbben B. and Ivánová I. (2015-6) EXERCISE: Defining Styles for WMS. Достъпна на: http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/ivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Day%202/morning/exercise_style.pdf (Актуална към: 10.06.2016)
- Komarkova, J., O. Visek and M. Novak (2007) Heuristic Evaluation of Usability of GeoWeb Sites. Proceedings of the 7th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems, Cardiff, Springer, pp. 264-278
- Kurowska, K., Hubert Kryszk and Ewa Kietlińska (2014) GIS Tools and Map Services in Spatial Planning. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 1, pp. 63-69
- Legarretaetxebarria, A., K. Alonso, M. Serrano, N. Aginako and I. Olaizola (2014) Web-Based Platform for Data Management, Analysis and Visualization of Weather and Environmental Monitoring Stations. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 1, pp. 651-658
- Li, G., Chenhui Li, Wenyang Yu and Jibo Xie (2010) Security Accessing Model for Web Service Based Geo-Spatial Data Sharing Application. 3th ISDE Digital Earth Summit, Nessebar. Достъпна на: https://cartography-gis.com/pdf/39_Wenyang_China_paper.pdf (Актуална към: 10.01.2018)
- Malysheva, N., Tatiana Zolina and Nadezhda Vladimirova (2016) Generation Of Geospatial Information for Support of Sustainable Forest Management in Russia. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 687-692
- McCallum Q. (2006) What is Jetty? Достъпна на: <http://archive.oreilly.com/pub/a/onjava/2006/06/14/what-is-jetty.html> (Актуална към: 10.04.2016)
- Mitchell T. (2005) Web Mapping Illustrated. Using Open Source GIS Toolkits. Chapter 1: Introduction to Digital Mapping, pp. 1-11
- Moses, R.O. (2011) Enabling Quality of Geospatial Web Services. Geospatial Web Service: Advances in information interoperability. Hershey, PA: Information Science Reference, ed. P. Zhao and L. Di, pp. 36-63
- Neumann, A. (2008) Web Mapping and Web Cartography. Encyclopedia of GIS, Springer, pp. 1261-1269
- Pashova, L. and Bandrova, T. (2017) A Brief Overview of Current Status of European Spatial Data Infrastructures - Relevant Developments and Perspectives for Bulgaria. Geo-Spatial Information Science, Vol. 20, No. 2, pp. 97-108
- Penn State, College of Earth and Mineral Sciences, Department of Geography (2015-6) GEOG 868: Spatial Database Management. Достъпна на: <https://www.e-education.psu.edu/spatialdb> (Актуална към: 10.11.2015)
- Penn State, College of Earth and Mineral Sciences, Department of Geography (2015-в) GEOG 865: Cloud and Server GIS. Достъпна на: <https://www.e-education.psu.edu/geog865> (Актуална към: 10.11.2015)
- Penn State, College of Earth and Mineral Sciences, Department of Geography (2015-г) GEOG 585: Open Web Mapping. Достъпна на: <https://www.e-education.psu.edu/geog585> (Актуална към: 10.11.2015)
- Penn State, College of Earth and Mineral Sciences, Department of Geography (2015-д) GEOG 863: GIS Mashups for Geospatial Professionals. Достъпна на: <https://www.e-education.psu.edu/geog863> (Актуална към: 10.11.2015)
- Pinde Fu and Jiulin Sun (2010) Web GIS: Principles and Applications. Esri Press, 1st ed., Redlands, California
- Ramsey, P. (2007) The State of Open Source GIS. Refrations Research Inc.
- Reed, C.N. (2011) The Open Geospatial Consortium and Web Service Standards. Geospatial Web Services: Advances in Information Interoperability, ed. P. Zhao and L. Di, 1-16. Hershey, PA: Information Science Reference

- Rose, M. (2010) Shape File Format. Достъпна на: <http://whatis.techtarget.com/fileformat/SHP-Shapefile-spatial-data-format-used-by-many-GIS-programs> (Актуална към: 14.06.2016)
- Roth, R.E. (2016) Rethinking Cartography Curriculum to Train the Contemporary Cartographer. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, pp. 155-166
- Roth, R.E., R.G. Donohue, C.M. Sack, T.R. Wallace and T. Buckingham (2015) A Process for Keeping Pace with Evolving Web Mapping Technologies. Journal of Cartographic Perspectives, Number 78, pp. 25-52
- Rufino, G.P., Paula Rodrigo García and Víctor Manuel Catalán Díaz (2012) Analyzing and Mapping Key Issues in Higher Education Systems with Geo-Information Related Technologies. Proceedings of the 4th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 1, p. 53
- Salim, M. (2014) The Analysis of Open Source Software and Data for Establishment of GIS Services Throughout the Network in a Mapping Organization at National or International Level. PhD in Environment and Territory - Environmental Protection and Management, XXV cycle
- Sandinska Y. (2016) Technological Principles and Mapping Applications of Web GIS. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS (Albena), Bandrova, T., Konechny, M. (Eds.), Bulgarian Cartographic Association, Vol. 1, pp. 287-296, ISSN: 1314-0604, DOI: 10.13140/RG.2.2.33019.92964 (ISI Web of Science, IDS Number: BF90J)
- Sandinska Y. and R. Vátseva (2016) Mapping and Analysis of Land Cover and Habitat Types in the "Bulgarka" Nature Park in Bulgaria for Web GIS Application. Proceedings of the 6th International Conference on Cartography and GIS (Albena), Bandrova, T., Konechny, M. (Eds.), Bulgarian Cartographic Association, Vol. 1, pp. 693-703, ISSN: 1314-0604, DOI: 10.13140/RG.2.2.33019.92964 (ISI Web of Science, IDS Number: BF90J)
- Sandinska, Y. and T. Bandrova (2015) Web Mapping Using Different Types of Data Integration. Proceedings of the 27th International Cartographic Conference, Rio de Janeiro, Brazil, ISBN: 978-85-88783-11-9
- Santiago A. (2015) The Book of OpenLayers 3. Theory & Practice
- Scott, D. (2007) GIS for Web Developers. Adding Where to Your Web Applications. Chapter 7: Using OGC Web Services, pp. 157-178
- Sencha (2011) Web Applications Come of Age. Достъпна на: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/cartolivanova/workshops/Modern%20Web-Cartography/Sencha-WP-Web-Applications-Come-of-Age.pdf> (Актуална към: 16.02.2017)
- Špulák, P. (2012) Web Services and Information Support During Emergencies. Proceedings of the 4th International Conference on Cartography and GIS, Albena, Vol. 2, pp. 39-45
- Špulák, P. and Jan Brothánek (2014) Various Approaches to the Programming of Thin Map Client for Information Support of Emergency Management. Proceedings of the 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, Vol. 2, pp. 689-694
- Tang, W. and J. Selwood (2010) The Development and Impact of Web-Based Geographic Information Services. Достъпна на: <https://www.geospatialworld.net/article/the-development-and-impact-of-web-based-geographic-information-services> (Актуална към: 10.08.2017)
- Tcherkezova, E. and Sarafov, A. (2015) Applying GIS and Erosion Response Units Concept to Derive Erosion Processes in the Tsaparevska River Watershed, Bulgaria. Proceeding of the Bulgarian Academy of Sciences, 68, 12, pp. 1559-1568
- Vennemann, K. and Terra GIS Ltd (2014) Interoperable Web GIS Solutions with Open Source Software. Introduction for Intermediate and Advanced GIS Users

- Zhang, C. and W. Li (2005) The Roles of Web Feature and Web Map Services in Real Time Geospatial Data Sharing for Time-Critical Applications. *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 32, pp. 269-283
- Zouagui, A., A. Laissaoui, M. Benmansour, H. Hajji, M. Zaryah, H. Ghazlane, F.Z. Cherkaoui, M. Bounsir, M.H. Lamarani, T.El. Khoukhi, N. Amechmachi and A. Benkdad (2015) Implementation of Information System to Respond to a Nuclear Emergency Affecting Agriculture and Food Products - Case of Morocco. A paper presentation
- Color Brewer (2016) Color Brewer 2.0. Color Advice for Cartography. Достъпен на: <http://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=BuGn&n=3> (Актуален към: 30.05.2016)
- GeoServer (2016) Introduction. Достъпен на: <http://geoserver.geosolutions.it/downloads/releases/2.8.x-ld/doc/introduction/index.html> (Актуален към: 12.06.2016)
- International Association of Oil & Gas Producers (2016) Достъпен на: <http://www.iogp.org> (Актуален към: 17.03.2016)
- International Organization for Standardization (2016) Достъпен на: <https://www.iso.org/home.html> (Актуален към: 17.03.2016)
- JICA (2016) Достъпен на: <https://www.jica.go.jp/english> (Актуален към: 21.04.2016)
- JIRA issue tracker (2016) Достъпен на: <https://osgeo-org.atlassian.net/projects/GEOS> (Актуален към: 12.05.2016)
- Open Geospatial Consortium (2016) Достъпен на: <http://www.opengeospatial.org> (Актуален към: 17.03.2016)
- OpenGeo Suite (2016) What is OpenGeo Suite? Достъпен на: <https://connect.boundlessgeo.com/docs/suite/4.8/intro/whatis.html> (Актуален към: 15.04.2016)
- OpenLayers (2016) Достъпен на: <https://openlayers.org> (Актуален към: 28.08.2016)
- OpenStreetMap (2016) Достъпен на: <https://www.openstreetmap.org> (Актуален към: 25.05.2016)
- PostGIS (2016) Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL. Достъпен на: <http://postgis.net> (Актуален към: 18.03.2016)
- ReaConverter (2016) Достъпен на: <https://www.reaconverter.com> (Актуален към: 20.04.2016)
- Wikimapia (2016) Достъпен на: <http://wikimapia.org> (Актуален към: 25.05.2016)
- WordPress (2018) WordPress Themes. Достъпен на: <https://wordpress.com> (Актуален към: 10.01.2018)
- World Wide Web Consortium (2016) Достъпен на: <https://www.w3.org> (Актуален към: 17.03.2016)