

Данаил Господинов Недялков

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОБРАЗОВАНИЕТО ПО АРХИТЕКТУРНО ПРОЕКТИРАНЕ**

АФТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за придобиване на научна и
образователна степен “доктор” по Научна специалност 02.17.05
„Архитектура на сгради, конструкции, съоръжения и детайли“

научен консултант
проф. д-р арх. Асен Писарски

София, 2014 г.

Докторантът е зачислен на самостоятелна подготовка със заповед на Ректора на УАСГ № 37 от 18/01/2013 г.

Докторантът е отчислен с право на защита със заповед на Ректора на УАСГ № 854 от 14/07/2014 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен към защита на разширен катедрен съвет на катедра „Промислени и аграрни сгради” проведен на 13/11/2014 г. (протокол № 3) със заповед на Ректора на УАСГ № 1335 от 11/11/2014 г.

Защитата ще се състои на 23/12/2014г., от 10,00 часа, в зала 315 на АФ. Материалите за защита са на разположение в канцеларията на катедра „Промислени и аграрни сгради”, кабинет 716, етаж 7, корпус „А“ на УАСГ

Дисертационният труд съдържа 151 страници, структуриран в две части – основна и приложение. Основната част се състои от въведение, пет глави и заключение - 124 стр. Приложението е с обем 27 стр. В труда са представени:

Таблицы – 10 бр. авторски;

Фигури – 11 бр., от които 5 чужди и 6 авторски;

Диаграми – 7 бр. авторски;

Литературни източници – 55 бр.;

Публикации по темата – 4 бр.

ГЛАВА I
ВЪВЕДЕНИЕ

Практиката на използване на информационните технологии в образователен контекст в България сериозно изпреварва научното ѝ отразяване посредством задълбочени изследвания. Интегрирането на тези нови технологии в архитектурното образование е област на изследване, която покрива широк спектър от изследователски теми и проблеми: от тези, фокусирани върху самите технологии, през промените, които те носят в традиционните учебни дисциплини и учебен процес, до маркиране на хоризонтите и тенденциите на развитие в бъдеще.

1. Актуалност на изследването

Внедряването на информационните технологии в образованието по архитектура е логичен резултат от бързото им навлизане в архитектурната професия. Тяхното значение като средство за изготвяне на архитектурните проекти вече е неоспоримо, чрез тях се постига пълнота, бързина, точност, съдържателност, несравними удобства при редактиране, високо качество на изготвената архитектурна документация. В същото време са налице и някои недостатъци при интегрирането на тези нови технологии, както в архитектурната практика у нас, така и в архитектурното образование:

- Незадоволително е интегрирането на ръчните и компютърни графични умения при изготвянето на проектите;
- Недостатъчно е интегрирането на информационните технологии при провеждане на учебното проектиране и представяне на проектите в проектантските дисциплини;
- Липсва единна методика за прилагане на информационните технологии в представянето на архитектурните проекти;

- Не съществува единен стандарт за представяне на архитектурните проекти.

2. Обект на изследването

ОБЕКТ на изследването са информационните технологии, прилагани в дисциплините, изучавани в архитектурното образование.

3. Предмет на изследването

ПРЕДМЕТ на изследването са информационните технологии и дисциплините по проектиране на сгради (задължителни и избираеми) застъпени в учебния план на специалност „Архитектура“ в Архитектурния факултет на УАСГ и сродните висши учебни заведения.

4. Цел на изследването

ЦЕЛ на изследването е оптималната интеграция на информационните технологии в образованието по архитектура, при разработване на учебните студентски проекти и тяхното представяне.

5. Задачи на изследването

ЗАДАЧИ на изследването в теоретични и практически аспекти са:

- Запознаване с възможностите на информационните технологии, тенденциите и перспективите за тяхното развитие и приложение в архитектурната професия и на тази база - избор на подходящи програмни продукти за образованието по архитектура;
- Анализ на методиките при прилагането на

информационните технологии и основни техники при работата с програмните продукти;

- Анализ на програмните продукти, използвани по време на следването на студентите по специалност архитектура;
- Анализ на структурата на учебния процес (задължителни и избираеми дисциплини) от гледна точка на осигуряване на приемственост и интегриране на информационните технологии в образователния процес:

- приемственост - прилагане на знанията и уменията, придобити от предишните изучавани дисциплини - за използването на информационните технологии и тяхното интегриране в проектантските дисциплини в по-горните курсове на обучението;
- подготовка на анкети и характеристики на дисциплините за сравняване на използването на информационните технологии в различните университети [приложение 1; 2];
- разработване на анкети за обучаващите се, като предпоставка за усъвършенстване на методиката за обучение по дисциплините [приложение 3].

6. Обхват на изследването

ОБХВАТЪТ на изследването е ограничен от дисциплините, в които се изучават програмни продукти от студентите по специалност архитектура, засягащи проектирането на сгради, тяхното интегриране с целия спектър от проектантски дисциплини, както и взаимовръзката им с архитектурната практика.

7. Методика на изследването

В изследването са използвани следните НАУЧНИ МЕТОДИ:

- Сравнителен анализ на опита в чужбина и у нас;
- Сравнителен анализ на програмните продукти, ползвани в образованието по архитектура в УАСГ и в други сродни висши училища;
- Структурен анализ на обема и съдържанието на проектантските дисциплини в учебните планове по специалност архитектура;
- Системологичен подход - при изследването на дисциплините, свързани с приложението на компютърни технологии като интегрирана част в системата на учебни дисциплини в образованието по архитектура;
- Анализ на методиката на прилагане на информационните технологии;
- Анализи на студентски проекти от гледна точка на възможностите за приложение на информационните технологии (първи, втори, преддипломни и дипломни проекти по промишлени сгради);
- Анкетни проучвания [приложения 1, 2, 3 и 7], насочени към изследване на използването на информационните технологии в различните университети в специалност „Архитектура“, методиките на преподаване и приложение в архитектурната практика.

8. Теза на изследването

ТЕЗА на изследването е, че обучението по информационни технологии е интегрирана част от образованието по архитектура, тясно обвързана с изискванията на архитектурната практика.

Всичко това дава основание за извода, че тези нови и стремително прогресиращи технологии все още не са намерили своето оптимално приложение в образованието на студентите по архитектура и в практикуването на професията у нас.

9. Структура на дисертационния труд

Глава I - Въведение

Глава II - Основни понятия

Глава III - Фактори влияещи върху приложението на информационните технологии в образованието по архитектура

Глава IV - Приложение на информационните технологии в архитектурното образование в България и чужбина

Глава V - Тенденции за приложение на информационните технологии в архитектурното проектиране

Глава VI - Обобщени изводи и препоръки за приложението на информационните технологии в обучението по архитектурно проектиране

Глава VII - Заключение и основни приноси на дисертацията

Публикации по темата

ГЛАВА II

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ

В главата се разглеждат основни понятия в информационните технологии (ИТ). Прави се исторически преглед на развитието на ИТ и прилагането им в образованието по архитектура. Проследява се развитието на хардуера и софтуера с приложение в архитектурното проектиране и в частност в Архитектурния факултет на Университета по архитектура, строителство и геодезия (УАСГ). Направен е анализ на подготовката на студентите за усвояване на специфични информационни технологии, свързани с архитектурното проектиране.

Разясняват се и ключови понятия в ИТ – Информация, Информатика, Модел, Информационен модел, Информационен модел на сградата.

Базовите понятия **информация** (обективното свойство на материалните обекти) и **информатика** (компютърна дисциплина, която изучава структурата и общите свойства на информацията) са в основата на ИТ.

Понятието **модел** е с ключово значение в ИТ. Като дефиниция на понятието модел (*обект-модел*), в неговия по-широк аспект на разглеждане, може да се посочи проектирането, изследването и управлението на даден оригинал (*обект-оригинал*).

Различни са аспектите на приложение на **моделирането**. Те са предопределени от целите, които налагат ползването на модел. Моделирането обикновено се прилага за изучаване, анализ или управление на оригинала. Моделирането се състои в построяване на модела, провеждане на експеримент и интерпретиране на резултатите. Моделите трябва достатъчно точно да отразяват основните свойства на оригиналите, да позволяват бързо и просто провеждане на експериментите и лесно пренасяне на резултатите от моделирането като изводи за поведението на реалния обект.

В зависимост от използваните средства при съставяне на моделите различаваме: геометрични, физически, аналогови, математически и информационни модели.

Математическо моделиране, при което се използват компютърни средства, се нарича **компютърно моделиране**, а моделите - компютърни модели.

Компютърното моделиране ползва средствата на компютърната графика и моделите, създаващи виртуална реалност. В компютърното моделиране широко се използва обектно-ориентиран подход. Компютърното моделиране в процеса на архитектурното проектиране има за цел основните изисквания към информатиката като цяло, а именно - **събиране на информация** (проучвания за конкретния тип сграда, за конструктивното ѝ изпълнение, за материалите и др.); **обработка на информация** (идеен, работен, технически проект – начално, междинно и окончателно обработване на информацията съобразно действащите закони); **съхраняване на информация** (завършен проект, приет от възложителя, от съответната администрация); **разпространение на информацията** (предаване на проекта на възложителя, на строителя, на предприемача).

Същите принципи се прилагат в компютърното моделиране на архитектурните проекти, видно от фигура 1.

Компютърният модел на сградата може да включва в себе си различни специфични характеристики на проектирания обект – функция, конструкция, структура, разходи по изпълнението и поддръжката и т.н. Всяка от тези характеристики на проектирания обект може да се разглежда като специфичен модел на сградата. Съвкупността от тези възможни модели е в основата на технологията **Building Information Modeling** (BIM – Информационен Модел на

Сградата).



фигура 1. Паралел между информатика/ компютърен модел/ студентски (инвестиционен) проект.

Тази технология няма еднозначно тълкувание, в зависимост от контекста на използването ѝ може да се разглежда като:

1) **Процес** на създаване и обмяна на данни за сграда по време на нейното проектиране, строителство, ползване, поддръжка и разрушаване, тоест през пълния ѝ жизнен цикъл;

2) **Цифрово описание** на физически и функционални характеристики на съоръжение (сграда), което служи като споделен източник на данни и информация за него;

3) **Организация и контрол** на процесите, използващи информация от цифров модел за осъществяване на обмен на информация през целия жизнен цикъл на изделието.

Във въведението се разглеждат още възможностите за разширяване на ползването на базата данни към геометричния обектно-ориентиран модел, с цел прилагането му в специфични етапи на строителството. Дефинира се размерност на модела (1D, 2D, 3D, 4D BIM, 5D BIM, 6D BIM) с възможност за извличане на различна по съдържание информация в необходимото за това време.

В следващата фигура е онагледено степента на интеграция на BIM технологията при изпълнение на проекта, от тясната експертност (проектирането по всички специалности), през широка експертност (организацията на доставка на материали, остойностяване), до управление (експлоатация и поддръжка).



фигура 2. Нива на BIM моделите.

Проследен е и един друг възможен вариант за ползване и развитие на BIM технологията – **Integrated Project Delivery (IPD** - Интегрираното Изготвяне на Проекти) - метод за изготвяне на

съвместни проекти, изискващ договорно споразумение между собственика, архитекта и строителя. IPD служи за стандартизиране на добрите практики за взаимодействие на различните участници в инвестиционния процес.

Повече от обикновено споделяне на информация, IPD се явява като напълно нов и различен работен и договорен модел, където главните участници в проекта делят рисковете и печалбите при проектирането на сграда или съоръжение. В този случай IPD служи за стандартизиране на добрите практики на взаимодействието на различните участници в инвестиционен процес в средата на BIM технологиите.



фигура 3. Участници в инвестиционния проект.

IPD се явява като значима тенденция в наши дни, когато нараства употребата на BIM. BIM наистина задоволява нуждите на екипите, тъй като е удобна фундаментална технология, която

подпомага многостранната съвместна работа при IPD. Участвайки в пълното сътрудничество в IPD, хората успяват по-лесно да дефинират нуждите си и именно осъзнатите нужди тласкат развитието на BIM, за да достигне изключително високи нива на приложимост.

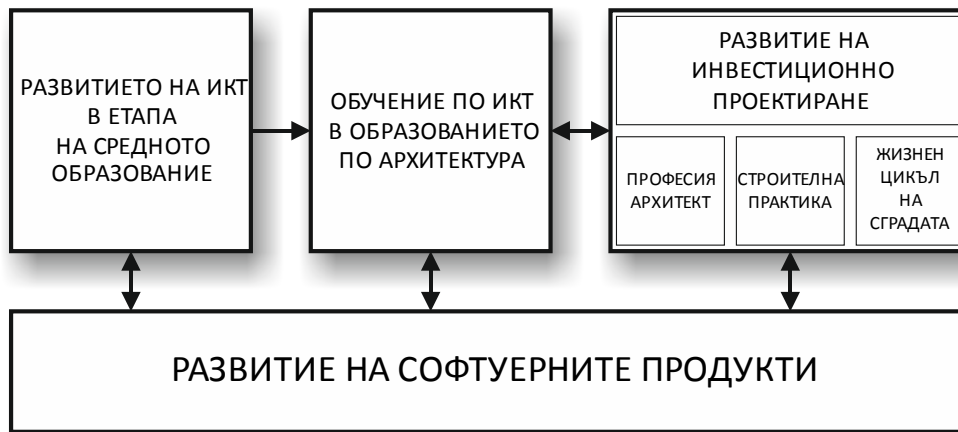
В главата се разглеждат още и предимствата на използване на ИТ - гъвкаво построяване и редактиране на моделите на сградата, бързина при работа, единство на комплекта чертежи, съвместна работа, възможности за сграден анализ в различни аспекти.

След краткия преглед от развитието на ИТ са изведени следните тенденции за тяхното прилагане в инвестиционното проектиране:

- Използване на традиционното двумерно и тримерно моделиране на сградата;
- Добавяне на база данни към модела и работа с параметрични обекти - BIM технология;
- Разширяване приложението на информационните модели от по-висока размерност (4D BIM, 5D BIM, 6D BIM);
- Стандартизиране на добрите практики на взаимодействието на различните участници в инвестиционен процес в средата на BIM технологиите – IPD интегрирано изготвяне на проекти;
- Силна взаимозависимост между членовете на екипа в техните IPD бизнес отношения и високотехнологичния инструментариум на BIM технологията.

ГЛАВА III
ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ
ПРИЛОЖЕНИЕТО НА ИТ В
ОБРАЗОВАНИЕТО ПО
АРХИТЕКТУРА

Актуализацията на подходът за обучение в сферата на висшето образование е пряко свързан с много и разнопосочни фактори, включващи - приложението на ИТ в етапа на средното образование; развитие на инвестиционно проектиране; развитие на софтуерните продукти.



фигура 4. Взаимовръзки на факторите, влияещи на развитието на методиката за обучение по ИТ.

Прилагането на ИТ в средното образование се развива с бързи темпове и налага промяна в учебните планове на студентите по архитектура. Част от преподаваните знания - операционни системи; езици за програмиране; текстови редактори; програма за офисна документация са усвоени в средния курс на обучение и естествено са отпаднали от материала за изучаване в университетите. В частност в УАСГ, съдържанието на първата базова дисциплина „Информатика в архитектурата – I част“ е претърпяло промени, за да получи сегашния си вид, а именно запознаване с възможностите на двумерното моделиране.

Информационните модели и развитието на технологиите дават нови насоки на приложение на ИТ в **инвестиционното проектиране**. Програмните продукти се развиват с бързи темпове и е необходимо актуализиране на методиката за обучение по информационни

технологии. Професията „архитект“ също търпи промени. Архитектът не се занимава само с „чисто“ проектиране на сгради и съоръжения, а и с редица разнообразни дейности, свързани с инвестиционното проектиране и последвалите процеси – строителство, поддръжка и демонтаж на сградата или съоръжението.

В строителната практика непрекъснато се появяват на пазара нови и нови строителни продукти. За тези нови и нетрадиционни продукти възложителите, а и строителите, желаят да имат предварителна информация за количеството материали, а също така и за ефекта от тяхното прилагане. С BIM технологията тези предварителни разчети са възможни по всяко време на проектирането. Използването на „интелигентни“ обекти в програмите, ползващи BIM технологията, спомага за бързото проучване на ефекта на новите строителни материали и съответно тяхното прилагане в строителството.

С развитието на концепциите за **устойчива архитектура** и строителство обхватът на показателите за изследване, проектиране и цялостно изграждане на средата за обитаване все повече се разширява. Устойчивите сгради трябва да отговарят на определени стандарти за **ефективно управление на ресурси**. Цялостният подход за проектиране на сгради включва интегриране на критерии за устойчивост - **Lifecycle Building Method (LCB)** както при разработката на проекта, така и по време на всеки етап от строителството и експлоатацията.

Разгледана е необходимостта още в началните проектни фази да се потвърдят основните параметри на сградата – чрез създаването и непрекъснато усъвършенствани програмни продукти за **сграден анализ**. Какви са характеристиките на влаганите строителни материали, енергийните и други експлоатационни разходи,

“натоварванията” върху околната среда през целия жизнен цикъл на една сграда е базова информация, която се изследва от отделните специалности в широк интердисциплинарен проектантски екип.

Жизненият цикъл на сградата (LCB) дава възможност да се изследва „поведението“ (живота) на новопроектираната (виртуална) сграда, да се отчетат разходите по строителство, поддръжка и демонтаж на все още непостроената сграда. Възможни са експерименти с варианти на изпълнение (строителство) на ниво виртуална сграда.

С участие на автора в интердисциплинарен колектив е разработена **научна тема** – *„Изготвяне на методически указания за прилагане на информационните технологии в инвестиционното проектиране на сгради, съобразно критериите на устойчивата (отговорна) архитектура“*.

Направени са анкети за степента на използване на ИТ в инвестиционното проектиране. Установена е несъвместимост между геометричните моделите на различните специалности.

Дяловото разпределение между различните специалности, владеещи едновременно двумерни, тримерни и BIM технологии, показва, че архитектите са 75%, инженерите-конструктори са 18%, а останалите са едва 9%. Това показва че новостите се възприемат най-бързо в архитектурната практика.

Програмния продукт “Autodesk AutoCAD” е най-разпространен сред проектантите и е закономерно неговото присъствие в учебните програми. Също така, големият процент на архитекти които ползват програмни продукти с BIM технология предопределя по-детайлно, по-подробно запознаване на студентите по архитектура с тези програми. Необходимо е да се въведе дисциплина за запознаване и изучаване на

програми с BIM технология.

Много голяма част от проектантите ползват програмни продукти и това налага изучаването му в образованието по архитектурно проектиране. Необходимо е и системно да се обновяват знанията по ИТ, предвид различните „стандарти“ в съответните проектантски офиси.

С развитието на концепциите за устойчива архитектура и строителство обхватът на показателите за изследване, проектиране и цялостно изграждане на средата за обитаване все повече се разширява. Вниманието на специалистите от различни научни сфери с отношение към проектиране на сгради се фокусира към създаване на специализирани продукти и проектантски методи, чрез които да се решават цялостно процесите за ефективно управление на ресурси. Така се достига и до изискването за изграждане (проект, изпълнение и експлоатация) на устойчиви сгради, които да отговарят на определени стандарти.

Днес е немислимо реализирането на значими обекти в устойчивото проектиране без използване на компютърни програми, което от своя страна налага нов начин на работа на проектантските колективи. Използването на специализирани софтуерни продукти започва в най-ранна, концептуална фаза и продължава през целия процес на проектиране, изграждане и мониторинг на обекта.

Интензивното развитие на ИТ и респективно софтуерните продукти води до необходимост от постоянно обновяване както на лекционния материал, така и на промяна на съдържанието и изискванията към изпълнението на курсовите работи. Възможностите за разнообразен избор на софтуерни продукти дават възможност на студентите (проектантите) все по-изчерпателно, по-пълно, по-подробно

да подготвят, изработят и представят своите проекти.

Информационните модели и развиването на BIM технологията дават нови насоки на приложение на ИТ в инвестиционното проектиране. Програмните продукти се развиват с бързи темпове и е необходимо е актуализиране на методиката за обучение по ИТ. Професията „архитект“ излиза от познатата рамка на „чист“ проектант, на архитекта се налага да изпълнява редица различни специфични дейности.

ГЛАВА IV
ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИТ В
АРХИТЕКТУРНОТО
ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ И
ЧУЖБИНА

В главата е направен сравнителен анализ на дисциплините, свързани с използването на информационни технологии в образованието по архитектура, преподавани в България, в УАСГ и в сродни учебни заведения. Изследва се обвързаността на информационните технологии с останалите дисциплини в архитектурното образование, интегрирането на ИТ в образователния процес.

В тази глава от труда са проучени и сравнени по определени признаци дисциплините, преподавани на студентите по архитектура, в които се използват ИТ. Проучен е броя и статута им (задължителни или избираеми) и мястото им в учебните планове. Данните са структурирани в таблици за всяко учебно заведение и обобщени и сравнени в таблицата по-долу.

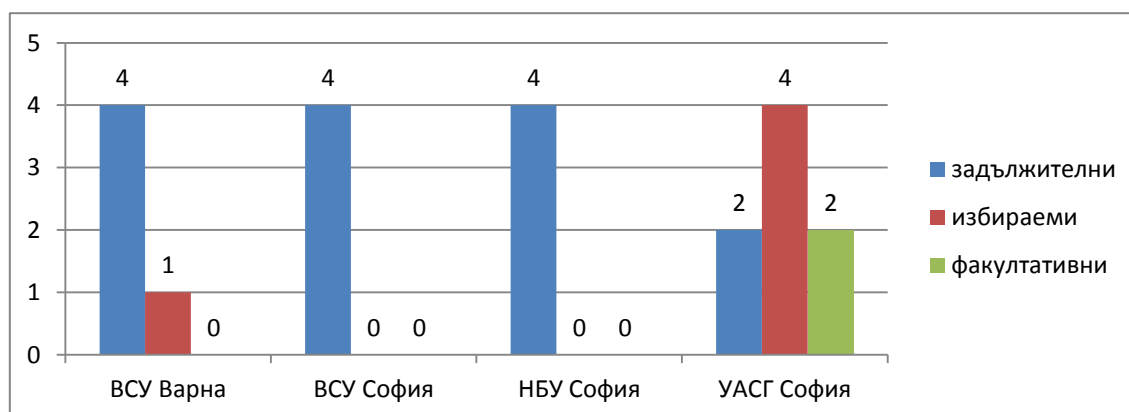
Във всички университети е спазен принципът на надграждане на знанията, определящи мястото на дисциплините по ИТ в учебни програми. Структурата и съдържанието на учебните планове (дисциплини) по информатика е в голяма степен обвързан с избора на наличен софтуер. Учебните заведения имат базови дисциплини, в които студентите се запознават с двумерните възможности на САД програма. В следващите курсове на обучение студентите надграждат своите знания със специализиран софтуер с ВІМ технология.

Анализът, направен на международната практика, е по-малко подробен поради огромната специфична информация. В страните по света образованието по архитектура е в две степени - бакалавър и магистър и разпределението на дисциплините в тези две степени е различно според университетските учебни планове.

Данни за дисциплини с ИТ във Висшите училища в България със специалност Архитектура

Въпрос	ВСУ Варна	ЕПУ Перник	ВСУ София	НБУ София	УАСГ София
От кога (коя година) се преподават дисциплини, свързани с информатиката?	1991 г.	2011 г.	2008 г.	1991 г.	1983 г.
Колко дисциплини свързани с информатиката (компютърните технологии) преподават на студентите по архитектура?	5		4	4	8
Какво е съотношението на дисциплините (задължителни, избираеми, факултативни)?	4/1/0		4/0/0	4/0/0	2/4/2
Колко програмни продукта използват при обучението на студентите по архитектура?	4	-	4	3	9
В кой семестър на следването започват с дисциплина, свързана с информатиката?	1 к. 1 сем.	1 к. 2 сем.	2 к. 3 сем.	2 к. 3 сем.	2 к. 3 сем.
В кой семестър на следването приключват с дисциплина, свързана с информатиката?	4 к. 7 сем.	3 к. 6 сем.	3 к. 6 сем.	5 к. 10 сем.	5 к. 10 сем.

От данните от таблицата се получават следните резултати: УАСГ има най-много и разнообразни дисциплини свързани с ИТ, видно от диаграма по-долу. Съчетаването на задължителни с избираеми дисциплини дава по-голяма гъвкавост на учебния процес при работа с различни програмни платформи и възможност за избор от страна на студентите.



Лекционните курсове в чуждестранната практика са ориентирани предимно към теоретичното запознаване с отделните програмни продукти и допълнителни дисциплини, ориентирани към прилагането на неспециализиран, специфичен софтуер, използван при концептуално моделиране, най-често тримерно. Тези курсове са кратки и концентрирани, свързани с конкретната специализация на лекторите и съответния контекст на приложение, като се разчита на самостоятелната подготовка на студентите. Акцентите в тези случаи не са към детайлно запознаване с програмния продукт, а към приложния аспект в идейното проектиране. В международната практика не е подробно застъпено практическото приложение на ИТ (упражнения), а набор лекции за въвеждане в материята.

Разгледани са направленията за оптимизиране на приложението на ИТ в учебните програми на ВУЗ със специалност архитектура, свързано с разширяване използването на BIM технологията и степента на интеграция в учебните дисциплини. Обща е тенденцията към пирамидална структура - широка основа от базови дисциплини, изучавани в първите курсове на обучението по архитектура, които да намират приложение в специализираните проектантски дисциплини.

Развитието на BIM технологиите и тяхното приложение в практиката се насърчава от правителствени стратегии в редица страни от Западна Европа, ориентирани към устойчиво проектиране и управление на жизнения цикъл на сградата. В тези случаи BIM се очертава като стандартен подход при проектиране на всички обществено финансирани проекти.

ГЛАВА V
ТЕНДЕНЦИИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ
НА ИТ В АРХИТЕКТУРНОТО
ПРОЕКТИРАНЕ

Приложението на ИТ е във всяка сфера на инвестиционното проектиране - градоустройство, сгради и интериор. По същата логика те са приложими и в основните проектантски дисциплини в образованието по архитектура. Настоящото изследване е ограничено в рамките на прилагането на ИТ при изготвяне проекти на сгради, но методиката може с необходимите корекции да се приложи и в останалите сфери на проектиране.

Различните специалности от проектантския колектив са обединени около обща цел – максимално оптимизиране на проектното решение. При взаимодействието с другите проектантски специалности може да се приложи „фирмен“ стил на работа. Усвояването и прилагането на основните правила при изготвяне и публикуване на двумерни чертежи са гаранция за „разчитането“ на проекта. Практиката на одобряване на инвестиционните проекти постепенно ще претърпи развитие паралелно с ИТ.

В главата се очертава ключовата роля при използване на BIM технологиите. Като една сравнително нова и бързо развиваща се технология BIM предлага - подобрена визуализация, производителност, координация на строителната документация, *вграждане и свързване на важна информация (като доставчици на специфични материали), местоположението на детайли, извличане на количествени и стойностни сметки, необходими за оценяване на тръжните процедури*, повишена скорост за доставка, намалени разходи при строителство и поддържане на сградата.

Сформирани са и **качествени критерии** за приложението на ИТ в архитектурния проект, които са: точно изчертаване на базовите примитиви (обекти), сортиране и обособяване на еднородна графична информация, използване на групи от повтарящи се обекти, асоцииране

на надписите и котите с мащаба на изчертаване, публикуване в различни формати и др. Направено е сравнението на двете техники (ръчна или автоматизирана), както и добри и лоши практики при използване на САД програми.

В главата е разгледано експерименталното приложение на подход за графично представяне на проектите по промишлени сгради: първи и втори проект. Направен е шаблонен файл с основни настройки за използване при изработката на студентските проекти. В съдържанието на заданието, освен функция, конструкция, естетика, е предложена част техническо оформление на чертежите, включваща: брой, формат и общи надписи на таблата, надписване и котиране на чертежите, дебелини на изчертаване, съобразени за съответния мащаб и т.н. Подходът търпи развитие и възможност за прилагане в различните преддипломни проекти по катедри.

В последните десетилетия широко разпространение получи концепцията за Екологически рационално проектиране (Sustainable Design), развиваща се в рамките на по-общата концепция за Устойчиво развитие (Sustainable Development). Технологията BIM предлага изключителни възможности за реализиране на тази концепция. От съчетанието на двете произлиза и термина „Зелен” BIM (Green BIM). Екологосъобразното проектиране предполага интеграция и оптимизация на екологични, технологични, социални и икономически фактори на всеки етап от процеса на проектиране, широкото използване на енергоспестяващи технологии и възобновяеми енергийни ресурси, включително затворен цикъл на използването на ресурсите, хармоничното интегриране на новата сграда в природната среда.

Конкретните ползи и възможности, които BIM технологията придава по време на реализирането на различните етапи на изпълнение

на проекта са категоризирани в следващата таблица:

Ползи и възможности при използване на BIM технологията по време на реализирането на различните етапи на изпълнение на проекта.

Етапи на изпълнение на инвестиционния проект	Ползи
Пред-проектни проучвания	Подобрени процеси и намаляване на времето за изпълнението им
	Разработване на схематичен модел на идейна фаза преди подробното проектиране на обекта, което позволява лесно и бързо развитие на идеята и модела и по всеобхватна оценка на нуждите за промяна
Етап на проектиране	По-ранно и по-точно визуализиране на проекта с 3D модел
	Автоматизирани корекции (ниско ниво), когато в проекта се правят промени
	По-ранно сътрудничество и едновременна работа с множество проектантски в различни специалности
	Обвързването на модела на сградата с различните инструменти за енергиен анализ, още в най-ранния етап на проектирането, за да се подобри енергийната й ефективност и устойчивост
	Генериране на количествено-стойностна сметка за оценка на разходите при строителство
	Проверка на проектните решения чрез 3D визуализации, както и количествена оценка на обособяваните пространства с различно функционално предназначение
	Повишена точност и последователност - от 2D модели - от ранните етапи на проектирането и на всеки следващ етап от проектирането на обекта в следващите фази на проекта
Етап на строителство	Синхронизация при планирането на проектирането и строителството чрез инструменти като симулация на строителни процеси и разкриване на източниците на потенциални проблеми по време на изпълнение на инвестиционния проект
	Идентифициране на критичните и конфликтни моменти и дейности, като има възможност за откриване на проектни грешки, както и пропуски преди започване на изпълнението на строителството
	Системата позволява бързо отстраняване на проектантските грешки и пропуски, както и възникнали проблеми по време на строителство
	BIM модела, както и отделните обекти в него могат да се използват като основа при производството на различни елементи и конструкции за вграждане

	Подобряване на синхронизацията при доставките, както с проектиране, така и с изграждане на обекта чрез генерирането на 3D модели
	Намаляване на загубите и по-добре изпълнение на специфичните строителни дейности и техники
Етап на експлоатация	Моделът осигурява източник на информация за строителни системи за по-добра експлоатация и управление на сградите и съоръженията
	Екзекутивния модел представлява отправна точка за организация и управление на поддръжката и експлоатацията на сградата или съоръжението, както и база данни за възможни бъдещи реконструкции, възстановявания и усилвания

Технологията BIM непрекъснато се усъвършенства в зеленото направление и може с увереност да се твърди, че от всички направления на информационно моделиране на сградите, при Green BIM се очаква най-бурно развитие още в близките години. Разработчиците на софтуер създават и усъвършенстват непрекъснато BIM-приложенията, позволяващи контрол върху енергийните характеристики на сградата в процеса на проектиране.

В главата се разглежда необходимостта от изучаване на нова задължителна дисциплина, която да запознае студентите по архитектура с перспективните възможности на BIM технологията. Тя ще се яви естествено продължение на базовите дисциплини, даващи основата на традиционното двумерно и тримерно моделиране.

Новата дисциплина е удачно да се изучава след запознаването на студентите по архитектура със строителните елементи на сградата, защото BIM технологията използва параметрични обектно ориентирани елементи съответстващи на тях. Междувременно студентите ще са направили по един „малък“ проект по проектантските дисциплини с традиционните двумерни или тримерни техники в CAD програма и новата дисциплина ще може да се използва за изпълнението на по-сложна, по-комплексна проектантска задача.

ГЛАВА VI
ОБОБЩЕНИ ИЗВОДИ И
ПРЕПОРЪКИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕТО
НА ИТ В ОБУЧЕНИЕТО ПО
АРХИТЕКТУРНО ПРОЕКТИРАНЕ

Информационните технологии са навсякъде в ежедневието и респективно и в архитектурната професия, и в образованието по архитектура.

Усвояването на ИТ и коректното им прилагане е предпоставка за конкурентост на професията на пазара на услуги в следните направления:

- Разширяването на обема на проучвания и изследване преди и по време на проектирането и реализацията дава възможност за проиграване на много варианти на ниво виртуален обект (сграда);
- Възможност за изследване „поведението“ (живота) на новопроектираната (виртуална) сграда и отчитане на разходите за нейното изграждане. Използване на ИТ за анализи, прогнози, сценарии;
- Нови възможности за комуникиране и споделяне на информацията на инвестиционния проект във виртуална среда, разбираемо и за непрофесионалисти;
- Ползването на информационни модели (BIM технологии) и ново ниво в организацията за изготвяне и реализация на проектите (IPD подход) повишава качеството на управление на проектите и оптимизира сътрудничеството на всички участници в инвестиционния проект;
- Разширено използване на отворени ИТ технологии, процедури и стандарти, подобряващи комуникацията между различните програмни платформи, използвани в инвестиционното проектиране (Open BIM, Green BIM, IFC и т.н.).

Анализът на анкетните карти за използване на ИТ в проектантската практика [приложение 7] дава възможност за следните изводи:

- Липсва *съвместимост между геометричните модели* на различните специалисти. Основната причина за проблема се корени в доказаната теза, че архитектите работят с продукти, генериращи модели, които са извън компетенциите на останалите участници в инвестиционния процес;
- В контекста на предмета на изследването се наблюдават значителни *комуникационни проблеми* между участниците в инвестиционния процес. Едва 19% от анкетираните категорично са заявили, че нямат затруднения от подобно естество;
- Анализът на потреблението на видовете програмни продукти показва, че сред архитектите се наблюдава тенденция на преобладаване дела на използващите програми, генериращи *тримерни и BIM модели* (ArchiCAD, AutoCAD Revit, AutoCAD Architecture, Nemetschek - 47% от архитектите и от 8% от останалите специалисти). Класическият AutoCAD се ползва от 41% от архитектите и 62% от останалите специалисти.

ИТ дават голяма възможност за проучване на чуждия опит. С доказаните преимущества и бъдещо все по-широко използване на технологията BIM се очертават многопосочни и различни нива на надграждане в процеса на обучение по архитектура:

- Традиционното двумерно и тримерно моделиране са включени в учебните планове на всички университети в България със специалност архитектура. Необходими са стандарти (шаблони и протоколи за тяхното прилагане),

„фирмен“ стил на изработване и графично представяне на архитектурните проекти (студентски, инвестиционни);

- Надграждане на знания е свързано с използване на специализиран софтуер. Дисциплините с обектно-ориентирана BIM технология в българските университети са със статут на задължителни дисциплини (с изключение на УАСГ);

- Оптимизирането на приложението на ИТ в учебните програми на ВУЗ със специалност архитектура е свързано с разширяване използването на BIM технологията и степента на интеграцията ѝ в учебните дисциплини, в това число и между различните инженерни специалности.

Въз основа на изводите са направени препоръки за оптимизация на учебния процес по архитектурно проектиране с ИТ:

- Да се съчетаят предлаганите задължителни или избираеми дисциплини в сферата на ИТ с поставените задачи в проектантските дисциплини по катедри, изработване на преддипломни проекти, с поставяне на конкретни задачи за симулиране или оптимизиране на енергийни и други ресурси;

- Да се включи в учебната програма трети задължителен модул по информатика в АФ на УАСГ – BIM технологии, на основа на трите най-разпространени в България програмни продукта (Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan);

- Да се разработят лекционни курсове насочени към приложния аспект на ИТ технологиите в идейното проектиране. Такива курсове трябва да намерят място в съществуващите и бъдещи магистърски програми по архитектура;

- Да се усъвършенстват формите на интеграция в образованието с инженерните дисциплини и използване на информационните модели от по-високо ниво (4D BIM, 5D BIM, 6D BIM), което е предпоставка за добра комуникацията между тях в реалното проектиране.

ГЛАВА VII
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНИ
ПРИНОСИ НА
ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Интегрирането на новите технологии в архитектурното образование като обект на настоящото изследване е област с широк спектър от проблеми, фокусирани както върху самите технологии, така и върху промените, които те носят в учебен процес. На тази база се очертават и хоризонтите и тенденциите за бъдещо приложение на информационните технологии. Актуалните процеси в архитектурната практика водят до значителни промени в професионалната дейност на архитекта и необходимост от непрекъснато усъвършенстване на приложението на ИТ в архитектурното образование.

Основните приноси на дисертационния труд могат да се обобщят по следния начин:

- Анализ на дисциплините с приложение на ИТ у нас и в чужбина, според спецификата на организацията на учебния процес и учебните програми;
- Изведени са основните фактори влияещи върху приложението на ИТ в образованието по архитектура, в това число практиката и тенденциите в инвестиционното проектиране;
- Анализ на информационните модели и софтуера използван в архитектурното проектиране и тяхната ориентация към BIM технологията – тримерен геометричен модел изграден от обектно ориентирани параметрични елементи с информационна база данни. Прилагат се принципите на устойчивото проектиране;
- Разработен е подход за оптимизиране на приложението на ИТ в проектантските дисциплини в учебния процес. Подходът е експериментиран в учебните дисциплини към катедра

„Промислени и аграрни сгради“.

Препоръки и насоки за бъдещи изследвания

- Оптимизиране на структурата и съдържанието на учебните планове и обосноваване на необходимостта от обучение със специализиран софтуер с BIM технология;
- Продължаване изследванията за интегриране на дисциплини по ИТ в проектите по катедри, преддипломно и дипломно проектиране и бъдещи магистърски програми;
- Разширение обхвата на приложение на BIM технологията в образованието и интегрирано обучение с инженерните специалности;

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА

1. Новите технологии в архитектурното образование за целите на устойчивата архитектура (6-та международна научна конференция “Архитектура, строителство – съвременност” 30 май -1 юни 2013. Варна, България).
2. Приложение на информационните технологии в проектантската практика - XIII-та международна научна конференция ВСУ’2013.
3. Компютърното обучение и неговото практическо приложение в архитектурното образование - Университет по архитектура, строителство и геодезия, Международна юбилейна научно-приложна конференция УАСГ 2012, 15-17 ноември 2012.
4. Сградата и спестяването на ресурси като елемент на устойчивата архитектурна среда - Международна научно-приложна конференция УАСГ 2009, в съавторство.