



Е.В. Усанова

Базовая геометро-графическая подготовка в техническом вузе в контексте методологии параллельного инжиниринга

Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ) имени А.Н. Туполева
Е.В. Усанова

Эффективность базовой геометро-графической подготовки в контексте методологии параллельного инжиниринга подтверждают результаты проблемно-ориентированной и проектно-организованной работы студентов в команде в формате смешанного обучения. Информационно-дидактическая база состоит из декларативных обучающих средств на основе активных техник графических средств представления информации (PPT-анимация, структурно-логические схемы с фреймами, видеоролики) и процедурных – CAD-системы, графические тесты, система разноуровневых заданий.

Ключевые слова: смешанное обучение, базовая геометро-графическая подготовка, графические средства представления информации, проблемно-модульное обучение, метод проектов, работа в команде.

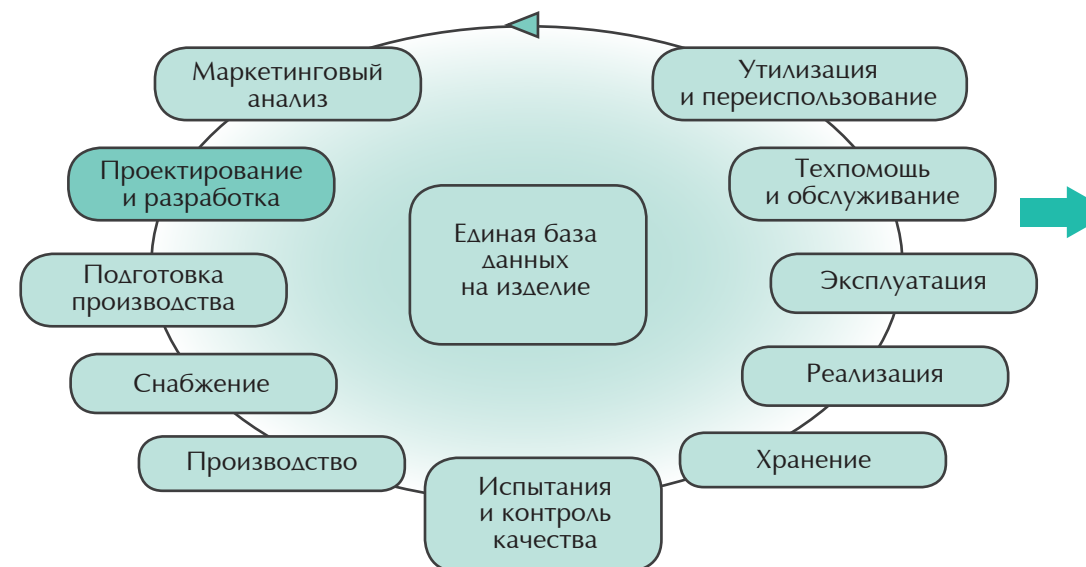
Key words: blended learning, basic geometric and graphic training, graphic means of presenting information, problem-modular training, project method, team work.

1. Введение

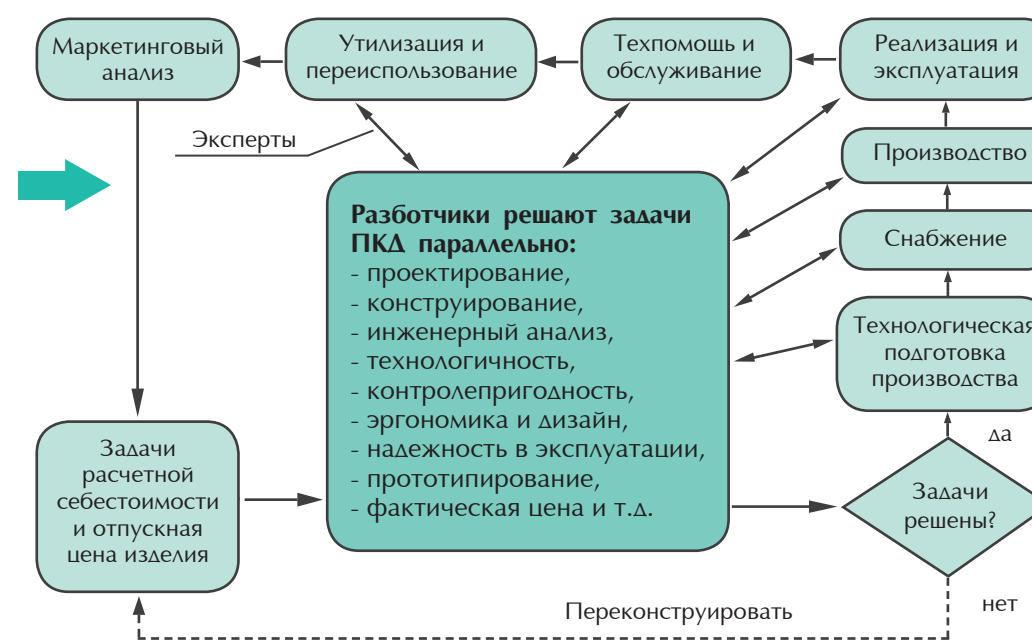
Переход технической деятельности предприятий наукоемкого машиностроения к концепции параллельного инжиниринга (СЕ – Concurrent Engineering) на базе методологии информационной поддержки жизненного цикла изделий (PLM – Product Lifecycle Management) меняет характер инженерной деятельности, в первую очередь, на его ключевой стадии – проектирования и разработки. Совмещенное проектирование, изготовление и информационное сопровождение изделия, лежащее в основе идеи СЕ-концепции, реализуется за счет двух основных принципов: интегрированного взаимодействия и параллельного решения задач командой разработчиков и экспертов. Блок интегрированных CAD/CAE/CAM-систем, образует в СЕ/PLM информационную проектно-технологическую среду. Создаваемая в CAD-системах единая электронная модель изделия (ЭМИ), сохраняя ассоци-

ативные связи, является интегрирующим элементом и в течение всего жизненного цикла изделия обеспечивает графические коммуникации в едином информационном пространстве (ЕИП) предприятия. Поле деятельности инженера-разработчика в ЕИП становится многофункциональным и предполагает не только взаимодействие смежных ее видов, но и деятельность разного профиля с использованием различных стратегий при решении проектных задач. Информатизация и смена инструментальной среды, принципиально меняя в СЕ/PLM методологию проектно-конструкторской деятельности (ПКД), требует адекватного отражения в инженерной подготовке. Если для последовательного PLM-цикла (рис.1, а) еще была возможна линейно-дисциплинарная структура образовательного процесса, то в СЕ/PLM инженеру необходим целостный комплекс ЗУВ, требующий не просто широкопрофильного, а системного политехнического мышления (рис.1, б).

Рис. 1. Изменения характера инженерной деятельности



а) PLM - последовательно



б) СЕ/PLM - параллельно

Поэтому выпускники вузов, получившие традиционную дискретно-дисциплинарную подготовку, оказываются не вполне подготовленными к высоко-профессиональной проектно-конструкторской деятельности в CE/PLM. Вопрос подготовки инженерно-конструкторских кадров нового поколения, готовых к созданию конкурентоспособной техники с помощью CAD-систем стоит сейчас особенно остро. Необходимым условием формирования их проектно-конструкторской компетентности становится кардинальное преобразование системы геометро-графической подготовки (ГПП) как базовой основы ПКД.

2. Системная интеграция – основа целостности геометро-графической подготовки

Критерием формулирования целей, отбора и структурирования содержания ГПП в соответствии с социально и профессионально обусловленными функциями инженера в CE/PLM служит ее системная интеграция на базе графических информационных технологий и систем. Выявление и создание интегративных системообразующих связей между профессионально значимыми познавательными и практико-ориентированными структурными компонентами содержания ГПП должно быть направлено на развитие интеллектуального потенциала, формирование политехнического менталитета обучающихся с целью практического применения в ПКД и ее смежных областях.

В сквозном, через всю инженерную подготовку, процессе ГПП, ориентированном на CE/PLM, можно выделить общепрофессиональный базовый уровень инвариантный к направлениям подготовки и проектно-конструкторский. В базовой ГПП формируется общеинженерный уровень геометро-графической компетентности, в проектно-конструкторской – геометро-графические компоненты ПКД по направлениям подготовки, специализаций. Системная информатизация обязывает по-новому смотреть на технологии ГПП, содержание, формы, методы,

средства, кадровое обеспечение учебного процесса. Рассмотрим их на примере базовой ГПП.

2.1. Технология обучения. Наибольшую эффективность (качество, интенсивность, экономичность) в базовой ГПП в контексте CE/PLM приобретают информационные технологии с комплексным применением различных графических средств представления обучающей информации (ГСПИ) и CAD-систем в формате электронного обучения (e-learning). Научно-образовательным сообществом они внедряются как в России [1, 2, 3, 4], так и за рубежом [5]. Информатизация ГПП на их основе не только значительно преобразует структуру традиционного учебного процесса, но и создает новые условия для его интенсификации и повышения уровня обученности. Интеллектуальное развитие студентов, при этом не ограничивается только объемом и качеством усвоенных знаний. У обучающихся, в сравнении с традиционным обучением, меняются когнитивные навыки, структура мыслительных процессов, система логических операций и умственных действий.

Формирование базового уровня профессиональной геометро-графической компетентности в ГПП достигается путем применения активных форм совместной (командной) и индивидуальной учебной деятельности на базе технологии проблемно-модульного обучения (ТМО) при использовании ГСПИ и CAD-систем. Создание проблемных ситуаций в этой эвристической технологии, задает мотивацию учебно-познавательной деятельности и воздействует на интеллектуальное состояние, на качество мышления обучающихся. Кроме того, использование ТМО решает проблемы как междисциплинарных, так и внутри дисциплинарных связей.

Структурирование содержания учебного материала на модульной основе и его визуально-образная концентрация в формах ГСПИ, адекватных дидактическим целям конкретных модулей, дает возможность:

■ мобильно выстраивать вариативный образовательный процесс с модульной интеграцией или дифференциацией содержания;

■ представлять обучающий материал в виде модульных блоков из модулей с учебными элементами в форме ГСПИ, сокращая объем и время на восприятие обучающих средств без ущерба для глубины изложения и усвоения в 3÷7 раз [6, с. 81]. Это дает возможность перераспределять учебное время с акцентом на практическое освоение в аудиторной и/или самостоятельной работе в пределах каждого модуля;

■ обеспечивать мониторинг по каждому модулю, что усиливает надежность достижения результата обучения;

■ адаптировать учебный процесс к возможностям и запросам обучающихся, обеспечивая индивидуальную настройку темпа учебной деятельности и приобретения навыков самообразования;

■ переносить акцент в работе преподавателя на консультативно-координирующие функции управления познавательной деятельностью и стимуляции самостоятельной учебной деятельности обучающихся при освоении материалов учебного блока в разных форматах e-learning:

■ под руководством преподавателя (аудиторно);

■ полностью самостоятельно (дистанционно);

■ самостоятельно с консультацией преподавателя (смешанное: аудиторно + дистанционно с использованием LMS).

Наиболее предпочтительным форматом по данным Ассоциации европейских университетов (EUA) за 2013 г. в e-learning (91%) считается смешанное обучение – blended learning (46%) [7, с. 26].

2.2. Содержание базового геометро-графического образования. В качестве приоритетной цели при отборе содержания для усвоения и его структурной организации ставится формирование базового уровня геометро-графической компетентности, отвечающего требова-

ниям профессиональной деятельности в CE/PLM. Основные общеинженерные задачи этого уровня для дальнейшего успешного освоения проектно-конструкторской подготовки с применением специальных приложений, следующие:

■ развитие способности к анализу и синтезу геометрической формы;

■ готовность к самообучению и мобильному освоению способов формирования и аннотирования конструкторской документации с применением CAD-систем;

■ готовность к командной и индивидуальной деятельности в решении общепрофессиональных задач ПКД.

Содержание учебного курса как инструмента саморазвития оформляется в виде модульной программы, проектируемой на основе:

■ наглядности представления обучающего материала;

■ целостности учебного процесса, преемственности этапов обучения, практической значимости содержания;

■ структурирования содержания вокруг базовых понятий и методов;

■ систематичности и логической последовательности изложения;

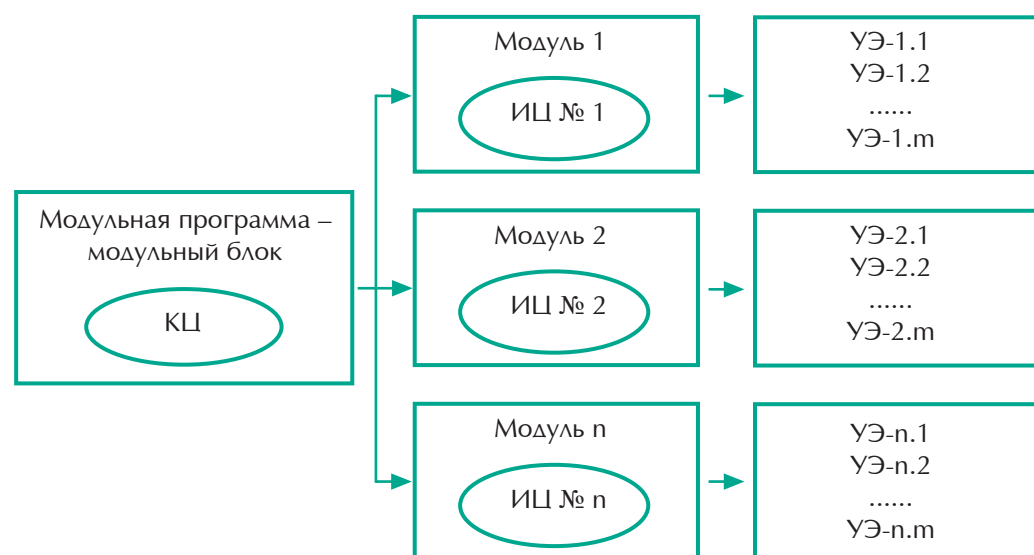
■ акцентирования на самостоятельную учебную деятельность.

Модульное деление строится на основе строгого системного анализа понятийного аппарата ГПП, что дает возможность выделять группы фундаментальных понятий, логично и компактно группировать материал, избегать повторений внутри курса и в смежных дисциплинах.

Общая структура модульной программы базовой ГПП (рис. 2).

В интегрирующих дидактических целях модулей (рис. 2) выделяется структура частных целей. Достижение каждой из них обеспечивается обучающими средствами учебных элементов. В соответствии со структурой модульной программы формируется содержание, состоящее из постоянной, базовой и вариативной частей, связанных как с обновлением

Рис. 2. Общая структура модульной программы ГПП
КЦ – комплексная цель, ИЦ – интегрирующие цели



информации, так и с направлением подготовки. Структура каждого модуля включает:

- программу действий в форме планируемых учебных целей;
- учебный материал, структурированный на учебные элементы, а также методическое обеспечение процесса их освоения;
- способы контроля и самоконтроля по каждому модулю.

2.3. Формы, методы, средства базовой ГПП в e-learning. Методологический подход, определяющий ведущие принципы организации базовой ГПП, опирается на комплекс подходов (системный, деятельностный, компетентностный и др.), концепций и дидактических принципов, с учетом психологических механизмов усвоения ЗУВ. В e-learning формы взаимодействия между его субъектами: преподавателями, обучающимися и электронными обучающими ресурсами, находятся в равно значимом партнерском взаимодействии. Свобода выбора траектории обучения и ответственности за ее выбор лежит на самих обучающихся: при необходимости, они могут сами форми-

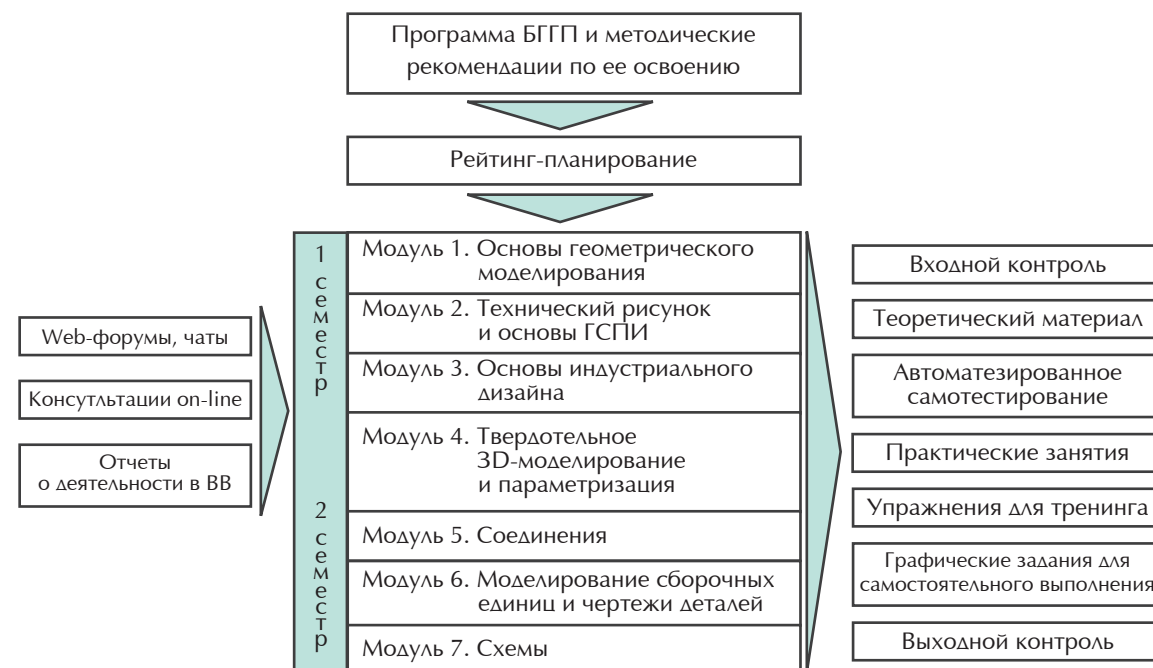
ровать индивидуальные маршруты изучения учебных модулей.

Организация процесса базовой ГПП на платформе Black board (КНИТУ-КАИ) в формате blended-learning со структурой интегрированных учебных модулей представлена на рис. 3.

Информационно-дидактическая база состоит из декларативной (обучающие средства на базе активных техник ГСПИ – PPT-анимация, структурно-логические схемы с фреймами, видеоролики) и процедурной (CAD-системы, графические тесты, система разноуровневых заданий) частей. В структуру содержания ГПП включены модули «Технический рисунок и основы ГСПИ», «Основы промышленного дизайна» (рис. 3). Современные CAD-системы позволяют решать задачи формообразования технических объектов параллельно с учетом принципов дизайна.

При освоении учебного модуля «Моделирование сборочных единиц» в базовой ГПП учебная деятельность организуется как проблемно-ориентированная командная работа методом проектов [8]. На данном этапе обучения (2 семестр

Рис. 3. Организация процесса обучения в ГПП



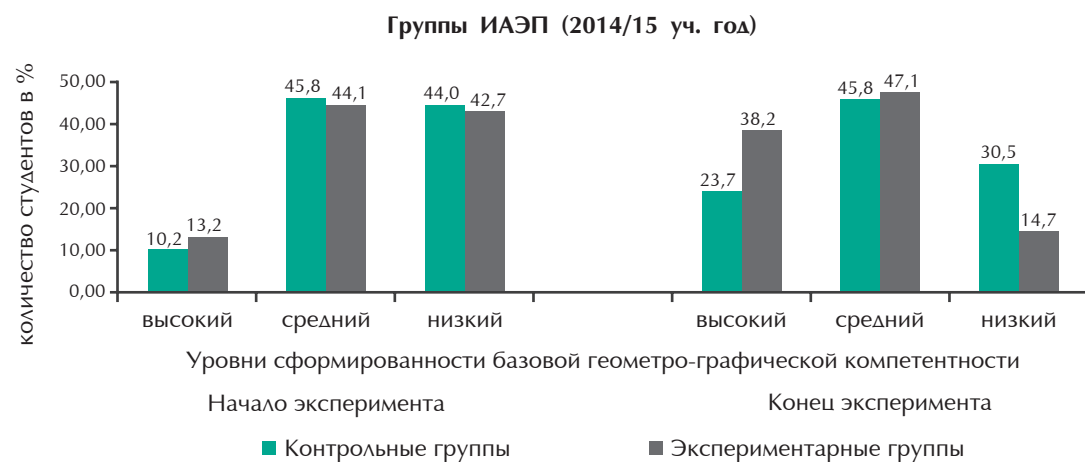
1-го курса) из-за недостаточных еще профессиональных знаний студентов эта работа организуется как учебно-ролевая. Вариации распределения ролей участников проекта определяются постановкой типовых проблем, формулируемых как аналоговые – по типологии деталей, сложности форм, приемам создания сборки и т.д., так и эвристические – коррекция формы деталей сборочной единицы, создание новых форм и т.д. Акцент при выполнении делается на самостоятельную практическую работу по твердотельному 3D-моделированию и позволяет в командном взаимодействии, применяя разноуровневый комплект заданий, формировать устойчивые навыки составления сборочных единиц. Эффективность ГПП в blended-learning при такой организации учебной деятельности повышается, что подтверждают результаты исследования в Институте автоматизации и электронного приборостроения (ИАЭП) КНИТУ-КАИ имени А.Н. Туполева, (рис. 4).

Командная работа расширяет область профессиональных задач, обогащая

интеллектуальный потенциал будущих инженеров, повышая ответственность участников проекта в принятии самостоятельных решений. В такой проблемно-ориентированной проектно-организованной учебной деятельности можно ставить задачу подготовки целевой группы (команды) разработчиков технических объектов, формирования группового проектного менталитета уже на стадии базовой ГПП. С применением CAD-систем, где построение 3D-моделей занимает меньшее время при несравненно лучшем качестве исполнения – комплексное применение ГСПИ и CAD-систем в формате blended learning не оставляет надежд на негативный результат.

2.4. Кадровое обеспечение. Кроме научно-методического обоснования технологий обучения с применением графических информационных технологий и систем требуют «специальной подготовки и переподготовки» [9, с. 50] преподавателей в сфере дидактики и информатизации образовательного процесса. С учетом психологических особенностей,

Рис. 4. Динамика формирования базового уровня геометро-графической компетентности в эксперименте



присущих информатизации ГПП с помощью ГСПИ и CAD-систем, преподаватели могут более полно реализовать дидактический потенциал воздействия этих средств на интуитивный, образный механизм мышления, на формирование профессионально значимых качеств инженера для успешной деятельности в CE/PLM.

Заключение

Синергетический эффект применения ГСПИ и CAD-систем в проблемно-модульной технологии обучения с проектно-организованной учебной деятельностью эффективность ГПП определяют:

- высокий потенциал коллективного творчества за счет активных графических техник представления обучающей информации и активных форм обучения: метода проектов, коллективной творческой работы в «команде» с высоким уровнем самостоятельности и возможности ин-

дивидуального on- и of-line общения преподавателя и обучающегося в учебном процессе;

- компактное предъявление обучающего материала, тренирующих и тестовых заданий, мобильная оценка их выполнения в каждом модуле. Обучающиеся при этом вовлекаются в активную когнитивную деятельность по осмыслению и закреплению учебного материала, практическому применению знаний;
- процесс обучения становится регулируемым по каждому модулю как со стороны преподавателя, так и саморегулируемым со стороны обучающегося, планируемым и организуемым им самим.

Все это в совокупности дает количественный переход в новое и более высокое качество базовой ГПП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов, С.Н. Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра / С.Н. Абросимов, Д.Е. Тихонов-Бугров // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 47–57.
2. Горнов, А.О. Базовая геометро-графическая подготовка на основе 3D-электронных моделей / А.О. Горнов, Е.В. Усанова, Л.А. Шацлло // Там же. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 46–52.
3. Гузненков, В.Н. Геометро-графическое образование в техническом университете // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2014. – № 10. – С. 71–75.
4. Усанова, Е.В. Комплексное применение медиа-технологий и CAD-систем в геометро-графической подготовке студентов // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 63–67.
5. Tominaga, H. A research of multimedia teaching materials for 3-dimension cad education [Electronic resource] / H. Tominaga [et al.] // Proc. 16th Int. Conf. on Geometry and Graphics. – Innsbruck, 2014. – P. 1048–1054. – URL: https://www.uibk.ac.at/iup/buch_pdfs/icgg2014.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 12.12.2016).
6. Усанова, Е.В. Повышение эффективности базовой геометро-графической подготовки в техническом вузе // Казанский педагогический журнал. – 2015. – № 4. – С. 78–82.
7. Gaebel, M. E-learning in European higher education institutions [Electronic resource] / M. Gaebel [et al.]. – Brussels, 2014. – URL: <http://www.openeducationeuropa.eu/sites/default/files/news/e-learning%20survey.pdf>, free. – Tit. from the screen (usage date: 12.12.2016).
8. Усанова, Е.В. Формирование базового уровня геометро-графической компетентности в электронном обучении // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 64–72.
9. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология / А.В. Соловов. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.