

**Цветков Ю.Б.**



**МГТУ**

им. Н.Э. Баумана

**BAUMAN  
UNIVERSITY**

**Проектирование  
учебных материалов  
для инженерного  
образования**

**Методические рекомендации**



**Москва  
2013**

**Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана**

**Ю.Б. Цветков**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Методические рекомендации*

Москва

Июнь – ноябрь  
2013 г.

Версия 1.1

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	5
Анкета для оценки качества учебных материалов.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. СОВРЕМЕННЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	9
1.1. Основные понятия и определения .....	9
1.2. Виды учебных материалов .....	11
1.2.1. Обучающие материалы.....	11
1.2.2. Учебно-методические материалы.....	12
2. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	13
2.1. Требования к построению учебных материалов .....	13
2.2. Ключевые компоненты и этапы проектирования учебных материалов .....	14
2.3. Анализ целевой аудитории.....	15
2.4.1. Анализ целей учебных материалов .....	18
2.4.2. Классификация целей обучения .....	19
2.4.3. Операционализация целей.....	23
3. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА .....	27
4. ЭРГОНОМИКА УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА.....	29
4.1. Эргономическое качество учебных материалов .....	29
4.2. Системное квантование .....	30
4.3. Визуализации учебной информации .....	31
5. ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА.....	39
ЛИТЕРАТУРА.....	40

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Жанр этой работы – методические рекомендации. Причем рекомендации, предназначенные преподавателям.

Опыт автора (личный, преподавательский, организационно-методический) показывает, что студента, даже современного, можно как-то мотивировать, в конце концов, заставить прочитать методические рекомендации, а вот преподавателя - сложно. Автор по себе это знает.

Да что там говорить, это ведь про нас, технарей где-то у Мэрфи сказано, что мы читаем инструкцию, когда уже ничего больше не помогает.

Ну вот, сейчас примерно такой случай.

Данная работа начинается необычно – с приложений. Вслед за предисловием на следующих страницах Вы обнаружите сводные таблицы параметров, по которым Вы сможете провести предварительную самооценку своих учебных материалов на предмет их соответствия современным требованиям.

Уточним – *современным требованиям мирового уровня к учебным материалам для инженерного образования.*

Вот так. И не иначе.

Мы ведь работаем в уникальном Университете с более чем 180-летней историей, в котором за это время подготовлено более 200 тысяч высококвалифицированных инженеров, в котором аллеи славы завешаны портретами наших великих предшественников.

Современное поколение преподавателей Университета накопило огромный опыт преобразования информации в знания, умения, а теперь и компетенции наших выпускников. На занятиях наши студенты получают специально отобранные, адаптированные для быстрого понимания и использования учебные материалы, позволяющие за время обучения не только сформировать необходимый объем знаний, но и изменить образ мышления, подходы к решению задач.

Проблема в этой области состоит в том, что часто эти учебные материалы передаются студентам в вербальной форме (устно) и записываются ими в конспекты с существенной потерей качества информации.

При этом наши сетования на то, что студенты не умеют конспектировать, не очень уместны и уж совсем не современные.

Во-первых, со времен чтения лекций в средневековых университетах человечество придумало массу способов более эффективной передачи информации – прежде всего, в печатном виде, а в последние десятилетия - в виде электронизированных текстов, аудио- видеоинформации.

Во-вторых, ни до университета, ни после него навык конспектирования студентам не понадобится, потому что... (см. абзац выше).

В-третьих, если избавить студента от рутинного конспектирования, занятие может проходить гораздо эффективнее – ведь можно не задиктовывать информацию, а проработать, углублять ее, опираясь на то, что студент прочитал заранее самостоятельно.

Отвечая на возмущенную реакцию по поводу третьего положения, подчеркнем, что для его реализации необходимо выполнение двух условий:

1. Каждый студент по каждой дисциплине должен быть обеспечен комплектом учебно-методических материалов. Учебные материалы должны содержать необходимый и достаточный объем информации для усвоения дисциплины на заданном программой уровне. Методические материалы (рекомендации, указания, алгоритмы действий, практические примеры использования информации) должны обеспечивать возможность самостоятельной проработки студентом учебного курса под руководством и при контроле преподавателя.

2. Студент должен быть мотивирован регулярно прорабатывать учебные материалы, готовиться к занятиям.

Для реализации второго условия в Университете введена на младших курсах и продвигается к старшим балльно-рейтинговая система контроля учебного процесса.

Не будучи, естественно, панацеей, эта система помогла несколько упорядочить учебный процесс и дала прирост успеваемости. Но процесс, к сожалению, остановился на достигнутом, далеко не идеальном уровне.

Одна из причин – не выполнен п. 1.

Студент, может быть, и рад был бы прорабатывать материал, но на первой лекции ему передали (задиктовали) 1/17 часть материала по дисциплине, на второй - 2/17, и так далее. Записанные в учебном плане учебные издания или очень велики по объему, неподъемны за отведенное в семестре время, или их огромное количество – глаза разбегаются, да их еще и получить где то надо.

Учтем, что в современных образовательных стандартах время на работу в аудиториях уменьшается при соответствующем возрастании объема самостоятельной работы.

И, наконец, примем к сведению, что конкуренция на рынке образовательных услуг резко возросла в последнее время в связи со всеобщей глобализацией и принятием нашей страной обязательств в рамках экономических и образовательных договоров. Если коротко – не создадим конкурентоспособного учебно-методического обеспечения мирового уровня (а лучше – превосходящего его), придется использовать импортное.

Вот такие вот обоснования для нашей работы в этой области.

А теперь, начиная со следующей страницы, приведены сводные таблицы параметров, в которых перечислены основные характеристики современных учебных материалов, по которым Вам предлагается провести самооценку собственных работ.

Далее следует основная часть данной работы, обосновывающая и разъясняющая суть этих характеристик, компонентов и функциональных разделов методических материалов, примеры разработки и градации их оценки.

Прежде, чем Вы пойдете далее.

Методические рекомендации разрабатывались на основе обобщения опыта преподавателей нашего Университета, преподавателей-методистов университетов России и мира. Местами работа имеет вид аналитического обзора, где приводятся, разумеется, со ссылками, фрагменты из материалов наших коллег – бывает, что лучше уже не напишешь.

И последнее.

Перед Вами версия 1.1 методических рекомендаций, созданная за лето и осень 2013 года. Автор надеется, что критика, замечания и предложения послужат совершенствованию материала. Тогда появятся следующие версии.

Адрес для контактов: [tsvetkov@bmstu.ru](mailto:tsvetkov@bmstu.ru)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Анкета для оценки качества учебных материалов

Отметьте наличие и степень использования характеристик в учебно-методических материалах, разработанных Вами для своего курса. Используйте шкалу от 1 (не использую) до 5 (использую в полной мере). Помните, что это всего лишь самооценка – не старайтесь приукрашивать действительность

№	Характеристики	Оценка
<b>1. Цели</b>		
1	Цели соответствуют требованиям стандарта Университета к дисциплине	1 2 3 4 5
2	Цели сформулированы как достижения студентов по конкретной учебной дисциплине в терминах, допускающих проверку (диагностику) их достижения	1 2 3 4 5
3	Цели студента сформулированы для разных уровней усвоения учебного материала, в них учтены <i>уровень познавательного процесса и уровень приобретаемых знаний</i>	1 2 3 4 5
<b>2. Структура и функциональные разделы учебного материала</b>		
1	Структура и содержание учебного материала соответствуют целям изучаемой дисциплины	1 2 3 4 5
2	Материал структурирован на дисциплинарные модули, разделы, параграфы	1 2 3 4 5
3	В учебном материале выделены основные функциональные разделы ( <i>оглавление, введение, основная часть, заключение...</i> )	1 2 3 4 5
4	Выделяется основной, обязательный для освоения и дополнительный материал	1 2 3 4 5
5	Учебный материал представлен в объеме, необходимом и достаточном для достижения поставленных целей	1 2 3 4 5
<b>3. Материалы для обеспечения самостоятельной работы студента</b>		
1	Присутствуют материалы, восполняющие пробелы в первоначальной подготовке	1 2 3 4 5
2	Наличие дополнительных материалов (приложений, справочников, глоссариев, специального программного обеспечения, материалов повышенного уровня сложности)	1 2 3 4 5
3	Советы, пояснения, примеры решения задач, построения алгоритмов, выполнения заданий	1 2 3 4 5
	Упражнения и материалы для самоконтроля, ответы к задачам и вопросам	1 2 3 4 5
4	Требования к оформлению различных видов учебных работ, порядок их защиты	1 2 3 4 5
5	Обозначены возможные траектории изучения учебного материала, представлены рекомендации по планированию работы	1 2 3 4 5
6	Употребляемые понятия и термины определены (в тексте или в глоссарии), прослеживается взаимосвязь между ними	1 2 3 4 5
7	Выделяются <i>продуктивные</i> способы решения предлагаемых проблем, вопросов, задач, которые можно использовать для решения других задач в этой и других предметных областях	1 2 3 4 5

<b>4. Задания и контролирующие материалы</b>		
<b>Задания</b>		
1	Задания определяются целями	1 2 3 4 5
2	Задания имеют контекст будущей профессиональной деятельности	1 2 3 4 5
3	Выделены стандартные и более сложные учебные задания	1 2 3 4 5
<b>Контроль</b>		
1	Определение начального уровня подготовки	1 2 3 4 5
2	Промежуточный контроль	1 2 3 4 5
3	Итоговая аттестация по учебной дисциплине	1 2 3 4 5
4	Задания для самоконтроля (с ответами)	1 2 3 4 5
5	Виды материалов для контроля:	1 2 3 4 5
	• тесты	1 2 3 4 5
	• задачи	1 2 3 4 5
	• вопросы	1 2 3 4 5
	• комплексные задания	1 2 3 4 5
<b>5. Средства повышения эргономичности учебного материала</b>		
<b>Уровни структурирования текста</b>		
1	Модули, разделы, параграфы	1 2 3 4 5
2	Ментально ориентированное структурирование	1 2 3 4 5
3	Квантование текста	1 2 3 4 5
<b>Повышение понимаемости</b>		
4	Используются различные способы подачи одного и того же материала (текст, таблица, график, рисунок, формула)	1 2 3 4 5
5	Язык доступный, лаконичный, образный, обращенный к студенту	1 2 3 4 5
6	Законы, принципы, правила иллюстрируются достаточным количеством примеров, показывающих их разнообразное применение	1 2 3 4 5
<b>Визуализация</b>		
7	Интерпретирование и образное представление новой учебной информации в виде в удобных для запоминания и хранения в памяти схем, таблиц, графиков, рисунков, графических смыслообразов и др.	1 2 3 4 5
<b>6. Дополнительные материалы</b>		
1	• приложения	1 2 3 4 5
2	• справочники	1 2 3 4 5
3	• глоссарии - словари терминов	1 2 3 4 5
<b>7. Список рекомендованной литературы</b>		
1	Выделяется основная и дополнительная литература	1 2 3 4 5
2	Приводятся аннотации литературных источников	1 2 3 4 5
3	Приводятся адреса сайтов в Интернет и ключевые слова для поиска информации в иноязычных источниках	1 2 3 4 5

## ВВЕДЕНИЕ

Присвоение МГТУ им. Баумана статуса «Национальный исследовательский университет» привело, в частности, к разработке и введению в действие собственных образовательных стандартов Университета.

В основу этих стандартов положены компетентностные модели бакалавра, магистра и специалиста. Наряду с профессиональными компетенциями особое внимание в стандартах уделено формированию общекультурных (базовых, системных) компетенций, инвариантных к области деятельности выпускников. Это – познавательные, творческие, социально-личностные компетенции.

В соответствии с образовательными стандартами, организация учебного процесса предусматривает повышение роли самостоятельной работы студентов с соответствующим сокращением времени на аудиторную работу, при этом усиливается акцент на практические занятия с уменьшением доли лекций.

Возрастает также роль занятий, проводимых в интерактивных формах, которые должны составлять значительную долю аудиторных занятий.

Образовательные стандарты Университета ставят на ближайшие годы задачу выработать образовательные технологии, создать учебно-методического обеспечение и сформировать оценочные средства, которые:

- позволяют формировать у студентов широкие универсальные (общекультурные) и профессиональные компетенции,
- проводить *комплексную* оценку всех составляющих понятия «компетенция».

Одно из важных направлений решения этих задач - разработка современных учебных материалов, основанных на обобщении опыта и практики преподавания учебных дисциплин в широком спектре направлений подготовки Университета, не уступающих по качеству лучшим мировым образцам.

Такие учебные материалы должны обеспечивать самостоятельную работу студентов по освоению дисциплины, стимулировать деятельностный подход в обучении, обеспечивая не только приобретение знаний, умений и навыков, но и формирование способов их применения в профессиональной деятельности.

Важной задачей при этом является модернизация как структуры, так и содержания этих материалов, приведение их в соответствие с современными требованиями.

В подготовленном ранее учебном пособии для преподавателей [1] весть раздел, в котором описан процесс разработки учебных изданий различного вида, рассмотрены функциональные элементы и структура учебного издания.

Однако эти рекомендации были очень краткими и, как показала практическая работа, недостаточными для их самостоятельного использования при проектировании учебных материалов. На занятиях по повышению квалификации преподавателей эти рекомендации приходилось разъяснять, обосновывать, приводить примеры и т. д.

Поэтому в данном пособии основное внимание уделено всем аспектам разработки учебных материалов на начальном этапе создания рукописи. Проведен анализ и обобщение дидактических, психологических эргономических аспектов процесса создания основных компонентов учебных материалов. Основные рекомендации и предложения проиллюстрированы примерами.

Нашему Университету предоставлена свобода в определении его издательской политики, при этом на Университет возлагается полная ответственность за качество публикуемых материалов.

Редакторские и полиграфические возможности нашего издательства позволяют в настоящее время реализовать на высоком современном уровне издания практически любой степени сложности. Возможна также переработка учебных материалов в электронные учебные пособия.

Поэтому успешность учебного издания, его востребованность и эффективность во

многим определяются соответствием исходного учебного материала, подготовленного автором, современным требованиям к образовательному процессу.

Материалы пособия будут полезны авторам - разработчикам учебно-методических материалов, рецензентам при оценке их качества, руководителям кафедр и факультетов, методических подразделений и советов, осуществляющих организацию и сопровождение образовательного процесса в Университете.

# 1. СОВРЕМЕННЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## 1.1. Основные понятия и определения

Прежде всего, проведем различие между учебными материалами и учебными изданиями.

*Учебные материалы* – информация на печатном или электронном носителе, систематизированная в соответствии с целями учебной дисциплины, входящей в образовательную программу, и представленная в форме, удобной для использования в образовательном процессе.

*Учебно-методические материалы* содержат описание способов деятельности студентов и рекомендации по ее планированию, информацию справочного характера, образцы выполнения заданий, вводные и подготовительные материалы.

*Учебные издания* – это учебные или учебно-методические материалы, прошедшие экспертизу и редакционно-издательскую обработку, имеющие выходные сведения и предназначенные для распространения в неизменном виде.

*Образовательный контент* - структурированное предметное содержание, используемое в образовательном процессе (ГОСТ Р 52653-2006).

*Учебно-методический комплекс (УМК)* – совокупность учебных и учебно-методических материалов в печатном или электронном виде, обеспечивающих учебный процесс по конкретной дисциплине [1]. Состав и виды учебных материалов, входящих в УМК, определяются видами учебной деятельности в соответствии с учебным планом образовательной программы, в которую входит дисциплина. Минимальный состав УМК по дисциплине ежегодно утверждается ведущей кафедрой.

Логическая структура УМК включает методический, обучающий (содержательный) и контролирующий разделы (табл.1).

На практике, входящие в различные разделы УМК материалы разрабатываются и компонуются в различных сочетаниях, обеспечивающих наибольшую эффективность их применения. Так, например, вопросы для самоконтроля и самостоятельных работ могут входить практически во все учебные материалы, также как элементы справочников и словарей.

Подготовка учебных материалов к изданию должна строиться на основе двух ключевых положений.

Во-первых, учебное издание должно отражать определенную область знания или сферу деятельности, а во-вторых — являться одним из основных средств обучения и элементом учебного процесса.

Эти положения закреплены ГОСТ 7.60–2003 «Издания. Основные виды. Термины и определения», который трактует учебное издание как «издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся разного возраста и ступени обучения».

Именно подчиненностью задачам обучения и образования диктуется необходимость при подготовке учебных изданий опираться на достижения педагогики, учитывать основные характеристики учебного процесса.

Что же касается содержания дисциплины, то оно определяется образовательными стандартами Университета, учебными планами и программами. На основе анализа этих документов формируются требования к знаниям, умениям, а в общем плане — к компетентности выпускников вузов.

Общие предметно-функциональные требования к учебным материалам для инженерного образования определяются целями и задачами учебного процесса в техническом университете.

Таблица 1

## Структура учебно-методического комплекса дисциплины

Раздел	Материалы	
<b>Методический</b>	<b>Учебно-методические</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Информационная справка по дисциплине (аннотация).</li> <li>• Программа дисциплины.</li> <li>• Методические рекомендации и указания:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ методические указания к практическим и семинарским занятиям</li> <li>✓ методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине.</li> <li>✓ методические указания по выполнению домашних заданий, курсовых проектов (работ), по производственной практике</li> </ul> </li> </ul>
<b>Обучающий</b>	<b>Учебные</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Учебник, учебное пособие, курс лекций, рабочая тетрадь.</li> <li>• Сборник упражнений, сборник задач (задачник), руководство по решению типовых задач;</li> <li>• Электронные обучающие средства, пакеты прикладных программ.</li> </ul>
	<b>Справочные и дополнительные</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Справочники, нормативы, словари.</li> <li>• Атласы (альбомы чертежей, схем и т.п.).</li> <li>• Хрестоматии</li> </ul>
<b>Контролирующий</b>	<b>Материалы для текущего, промежуточного контроля и итоговой аттестации</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вопросы для самоконтроля</li> <li>• Задания для самостоятельных и контрольных работ.</li> <li>• Промежуточные тесты.</li> <li>• Вопросы для экзамена/зачета.</li> <li>• Экзаменационные билеты, ежегодно утверждаемые на заседаниях кафедры.</li> <li>• Материалы для проверки остаточных знаний.</li> </ul>

Назначение учебных материалов состоит в следующем.

1. Способствовать развитию интеллектуальных способностей студентов и формированию у них творческого профессионального мышления
2. Обеспечивать полное раскрытие программы учебной дисциплины с учетом последних научно-технических достижений.
3. Формировать логико-структурные связи, как между разделами дисциплины, так и междисциплинарные; обеспечивать преемственность знаний, полученных при изучении предшествующих дисциплин, непрерывность процесса подготовки выпускника.
4. Обеспечивать условия для самостоятельной творческой работы студента, формирования его профессионализма.
5. Быть доступной для успешного достижения студентами определенного уровня подготовленности, способствовать созданию мотивации к обучению, формированию творческих способностей и навыков.
6. Создавать необходимые условия для использования технических средств обучения, компьютерной техники.

При подготовке учебных материалов нового поколения предстоит учитывать условия многоуровневого вузовского образования и дальнейшего непрерывного обучения дипломированных выпускников в течение всей их профессиональной жизни.

На первый план сейчас выступает лично-ориентированное обучение, нацеленное на формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущих бакалавров, специалистов и магистров в широком спектре направлений инженерной подготовки.

## 1.2. Виды учебных материалов

Приведенные в таблице 1 учебные и учебно-методические материалы в комплексе формируют необходимое учебно-методическое обеспечение современного учебного процесса.

### 1.2.1. Обучающие материалы

#### Учебные материалы

**Учебник.** В соответствии с ГОСТ 7.60–2003 это учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины, ее раздела, части, соответствующее учебной программе, и официально утвержденное в качестве данного вида издания (утверждается в качестве учебника Министерством образования России через процедуру присвоения соответствующего грифа).

В учебнике содержатся базовые сведения по дисциплине и отражается определенная система, ядро знаний по данной науке, сфере деятельности, отрасли или их разделу (направлению). Учебник представляет апробированные данные, в нем раскрываются методические аспекты получения знаний в той или иной области, дается характеристика важнейших процессов и явлений, составляющих основу данной дисциплины.

Учебник создается с учетом уровня знаний и возможностей восприятия материала студентами. Объем и структура учебника определяются соответствующей учебной программой. Изложение материала в учебнике должно быть последовательным, системным, логически обоснованным. Логика изложения учебного предмета в вузовском учебнике соответствует, как правило, логике изучаемой науки, а методы изложения и система терминов — традициям этой науки.

В содержание учебника входит характеристика методов получения и использования знаний по данной науке, ее базовые законы, ключевые проблемы и важнейшие тенденции развития науки или ее разделов (направлений).

Методика изложения материала и аппарат учебного издания позволяют студенту самостоятельно овладеть содержанием учебника.

По отношению к учебной дисциплине учебник является базовым изданием, это ядро, вокруг которого формируется комплекс учебных материалов.

**Учебное пособие.** По ГОСТ 7.60–2003 это учебное издание, дополняющее или заменяющее частично или полностью учебник, официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Таким образом, учебное пособие может, при необходимости, полностью заменить учебник, при этом уровень его официального утверждения может быть ниже, чем у учебника, например, на уровне Университета.

Учебное пособие может временно являться основным учебным изданием по дисциплине вследствие изменения образовательного стандарта специальности (направления подготовки), появления в учебных планах новой дисциплины, по которой пока еще не создано учебника, допущенного или рекомендованного Министерством образования.

Учебные пособия по содержанию и структуре наиболее близки к учебнику, они соответствуют программе учебного курса в целом или ее разделу и предназначены для расширения и углубления знаний, предусмотренных учебными программами и изложенных в учебнике. Поскольку пособие создается более оперативно, чем учебник, в него включается новый, более актуальный материал по конкретной дисциплине.

**Курс лекций.** Это издание предназначено для организации самостоятельной работы студентов. В нем полностью раскрыто содержание учебной дисциплины, теоретические сведения представлены в объеме, необходимом для достижения поставленных целей. Курс лекций обычно является авторской работой.

**Рабочая тетрадь.** Издание, имеющее особый дидактический аппарат и направленное на организацию и контроль самостоятельного освоения учебной дисциплины. В рабочую тетрадь включают таблицы для записи результатов расчетов, задания к самостоятельной работе, контрольные вопросы, оставляют место для записи выводов и т. п.

**Сборник упражнений, сборник задач (задачник), руководство по решению типовых задач.** Содержат упражнения или задачи, а также методические рекомендации по их выполнению или решению, способствующее усвоению и закреплению пройденного материала, а также обеспечивающие самоконтроль и проверку знаний. Могут содержать проработанные варианты решений задач и упражнений с ответами.

### **Справочные и дополнительные материалы**

**Учебный справочник.** Содержит сведения прикладного характера по определенной учебной дисциплине или комплексу дисциплин, необходимые при освоении предмета.

**Терминологический словарь.** Содержит термины, относящиеся к какой-либо дисциплине или области знания и их определения.

**Хрестоматия.** Это сборник текстов, иллюстрирующих содержание учебника. В хрестоматию включают документы, литературные произведения и фрагменты из них, а также разъяснения текстов, связывающие их с вопросами учебной дисциплины.

**Атлас, альбом.** Наглядные издания, содержание которых выражено изобразительными средствами (чертежи, схемы, рисунки и т. п.), способствующими освоению учебной дисциплины. При этом изобразительные средства, как правило, сопровождаются пояснительным текстом.

**Сборники иностранных текстов.** Законченные произведения и фрагменты из них, формирующие навыки работы с иностранным текстом, содержащие методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов и развитию их навыков и умений.

## **1.2.2. Учебно-методические материалы**

На основе учебно-методических материалов (методических указаний, рекомендаций, пособий и руководств) осуществляется организация учебного процесса (выполнение контрольных и курсовых работ, дипломных проектов, проведение практических занятий, лабораторных практикумов и семинаров).

Такие издания содержат материалы по методике преподавания, изучения учебной дисциплины, ее раздела, части или воспитания.

В методических рекомендациях отражаются состав и порядок самостоятельной работы студентов, методы работы с литературой, основные трудности при изучении разделов учебной дисциплины и способы их преодоления, формы отчетности о результатах выполненной работы, содержание и особенности подготовки к экзамену (зачету), контрольные вопросы для самопроверки знаний, состав технических средств и рекомендации по работе с ними и т. п.

Методические указания — учебно-методический материал, содержащий пояснения к характеру действий студентов при выполнении ими конкретной учебной (практической) работы. Методические указания по подготовке к лабораторным работам, семинарам, практикумам, по выполнению домашних заданий, курсовых и дипломных проектов призваны обеспечить повышение эффективности самостоятельной работы студентов.

## 2. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 2.1. Требования к построению учебных материалов

К современным учебным материалам по дисциплинам инженерного образования предъявляется комплекс требований, которые укрупнено можно представить в виде следующего списка.

1. В учебных материалах должны быть сформулированы **цели**, на достижение которых они ориентированы. При этом:
  - цели формулируются в терминах, допускающих проверку их достижения,
  - цели учебных материалов соответствуют целям, заявленным в программе учебной дисциплины, и определяют компетенции будущего специалиста,
  - содержание, структура учебных материалов соответствуют заявленным целям.
3. Технология обучения, учебная деятельность, реализуемая в учебных материалах, соответствуют заявленным целям и предусматривают **самостоятельную работу** студента.
4. Учебные материалы используют контекст будущей **профессиональной деятельности** студента. Теоретические сведения предоставляются для решения конкретных проблем, ситуаций, задач, комплексных заданий с учетом профессионального контекста.
5. Учебные материалы учитывают **межпредметные связи**, которые важны при формировании базовых компетенций, обеспечиваемых сочетанием различных дисциплин.
6. Учебные материалы формируют **продуктивные способы деятельности**, которые обладают свойством переноса и могут быть использованы для решения других проблем, ситуаций, задач в различных предметных областях.
7. Учебные материалы формируют **навыки познавательной деятельности**, осознание **особенностей и закономерностей процесса познания**.
  - Формирование учебных материалов с учетом метакогнитивного, ментального структурирования информации.
  - Эргономичность учебных материалов.
  - Эмоциональность, яркость, образность, высокая культура языка.
  - Использование разнообразных средств наглядности и методов обучения.
  - Организация проблемного обучения.
8. Учебные материалы содержат **необходимую и достаточную информацию** для формирования заданных в целях знаний, умений, компетенций. При подборе содержания и объема информации учитывается подготовленность студентов, отведенный на изучение дисциплины ресурс времени. Информация структурируется на модули и дозируется во времени.
9. Учебные материалы допускают выбор **индивидуальной траектории** обучения:
  - уровня трудности (материал для обязательного и углубленного изучения);
    - ✓ выбор определяется **индивидуальными особенностями студента** (уровень начальной подготовки, скорость восприятия, активность и т.д.)
    - ✓ **материал для обязательного изучения** – это **обязательный минимум** на «3» (удовлетворительно)
  - порядка изучения модулей, блоков, тем - наличие проработанной структуры учебных материалов позволяет самостоятельно определять порядок изучения.
10. Учебные материалы **учитывают предыдущий опыт** и подготовку студента. Имеются контролирующие материалы для определения первоначального уровня знаний студентов и материалы, восполняющие пробелы в их первоначальной подготовке.

11. **Задания и контрольно-оценочные средства** должны способствовать самостоятельной проработке материала, самооценке студентом уровня его освоения и объективной проверке освоения компетентностно-ориентированных программ.

12. Современные учебные материалы часто сопровождаются **специальными средствами** в виде электронных пособий, компьютерных программных продуктов, интерактивных тренажеров, мультимедийных средств и т.п.

## 2.2. Ключевые компоненты и этапы проектирования учебных материалов

Реализация требований к построению учебных материалов в них предусматривает наличие в них ряда **ключевых компонентов**, в число которых входят:

- Цели учебного материала.
- Структура и содержание учебного материала.
- Материалы для обеспечения самостоятельной работы студента
- Задания и контролирующие материалы (контрольно-оценочные средства).
- Средства повышения эргономичности учебного материала.
- Дополнительные материалы (приложения, справочники, глоссарии, словари терминов).
- Список рекомендованной литературы.

Последовательность разработки учебного материала включает следующие этапы.

**1. Построение системы познавательных целей**, включающая общую дидактическую цель дисциплины и частные цели ее разделов — модулей.

**2. Формирование логической структуры** учебного материала:

- отбор ведущих идей и концепций по дисциплине в соответствии с образовательным стандартом Университета;
- выделение ведущей идеи или концепции по разделу (модулю), подкрепление ее необходимыми теориями или законами;
- выделение ведущей идеи по теме — подбор понятий, необходимых для усвоения темы;
- по каждому понятию — подбор минимума фактов, необходимых для раскрытия содержания понятия.

**3. Разработка содержания** познавательной части учебного материала на основе логической структуры курса:

- структурирование учебного материала, формирование системы модулей (разделов), соответствующих структуре учебника;
- выявление учебных элементов модуля, установление связей между ними;
- задание уровней усвоения учебных элементов модуля;
- разработка методов оценки результатов учебной работы, формирование системы контрольных заданий для контроля усвоения учебных элементов модуля;
- подбор текстовой, графической, мультимедийной информации;
- разработка стиля оформления учебного материала, его компоновка;
- вычитывание и методическое редактирование текста, эскизов графических и мультимедийных иллюстраций.

**4. Разработка содержания контролирующей части:**

- систематизация общеучебных и специальных знаний, умений и навыков;
- подбор учебных заданий для формирования системы исполнительских действий;
- формирование системы контрольных действий.

### 5. Разработка содержания методического блока:

- составление пояснений и заданий к учебным текстам для самостоятельной работы студентов с учетом барьеров понимания;
- разработка рекомендаций по усвоению материала и проведению занятий с использованием различных технологий обучения.

### 6. Оценка учебной эффективности разработанного материала

- учебный материал подлежит обсуждению коллективом соответствующей кафедры и, в случае его одобрения, может быть рекомендован для применения в учебном процессе.
- по результатам учебной работы с использованием созданного материала проводится оценка его учебной эффективности, при необходимости проводится его корректировка (доработка).

Апробированный учебный материал может быть включен в заявку на его публикацию в издательстве Университета в качестве учебного издания.

Исходными предпосылками для проектирования и разработки учебных материалов должны служить результаты анализа уровня подготовки студентов, форм и методов организации учебного процесса, обеспеченности учебно-методического комплекса по данной дисциплине.

## 2.3. Анализ целевой аудитории

В начальной стадии работы по созданию учебного материала естественным является вопрос о его назначении, о целевой студенческой аудитории, о формах и методах обучения.

Обычно при обсуждении этой темы выделяются два аспекта:

- считается, что двухуровневая система образования, обучение бакалавров ведет к снижению уровня университетского инженерного образования, низводит его до уровня бывших техникумов,
- подготовка абитуриентов, поступающих в университет недостаточна для освоения традиционного учебного плана

Посмотрим на проблему со стороны и познакомимся с опытом ведущих в области инженерного образования зарубежных университетов.

Если в западной Европе массовый переход на двухуровневое образование начался ненамного раньше нашей страны, то в США эта система традиционно применяется многие десятилетия.

Американские университеты, ведущие подготовку по инженерным программам, хорошо известны и занимают верхние строчки мировых рейтингов. Анализ студенческого состава ряда ведущих американских университетов (*MIT, Stanford, University of California, Berkeley*) показывает, что в них от 40 до 70% общего состава студентов обучаются по программам бакалавров [2...4].

Таким образом, подготовка бакалавров в ведущих американских университетах – это обычная штатная работа, число студентов, принятых и обучающихся по бакалаврским программам составляет весьма значительную часть контингента. И это никак не принижает статус этих университетов.

Привыкнуть к мысли о том, что часть поступивших к нам студентов покинет университет через 4 года сложно, это непривычно. Но это неизбежно и к этому следует готовиться, в частности – перестраивая идеологию образовательных программ, применяемые педагогические технологии и соответствующее учебно-методическое обеспечение.

А теперь о наших теперешних студентах. Они, в отличие от нас, вечно молодые и этим не отличаются от тех, что приходили в аудитории нашего Училища и Университета и 20, и 30, и 50 лет назад.

Но времена меняются и студенты сейчас все же другие. Наиболее одаренные выпускники школ оттянуты в «юристы и экономисты». Средние школы из-за многочисленных экспериментов и голодных 90-х мало напоминают прежние советские, поэтому абитуриенты исходно хуже подготовлены, стало больше тех, кто приходит к нам случайно.

У нынешних студентов меньше стипендия, нет распределения, поэтому они не очень мотивированы на учебу, считая, что от ее результата мало что зависит. Современные студенты, особенно на старших курсах, вынуждены в ущерб учебе тратить много времени на подработку.

Большинство отраслей отечественной промышленности, для которых мы готовим наших выпускников, переживают, мягко говоря, не лучшие времена. Выпускники это прекрасно знают и не идут работать по специальности, где им предлагают зарплату в 1,5- 2 раза меньше, чем в среднем по региону.

Все это так. Наверное, можно и еще что-нибудь добавить.

Ну, а теперь посмотрим с другой стороны.

Приходят к нам далеко не самые худшие представители современной российской молодежи. Многие из них – выходцы из семей технической интеллигенции, наших выпускников прежних лет, из офицерских семей. Их родители, исходя из собственного опыта, или из опыта общения с выпускниками Университета направили своих детей к нам, потому что «в Бауманке по-прежнему учат».

Нынешние студенты прагматичнее прежних, они реально представляют, что происходит сейчас в стране, многие бывали за границей.

Недостатки в фундаментальной подготовке сочетаются со свободной ориентацией и использованием информационных технологий, среды Интернет.

Возросшее количество информации в окружающем информационном пространстве ведет к формированию у ребят так называемого клипового мышления. Под этим понимают получение информации импульсами, без фокусирования на идеях, а лишь на отдельных вспышках и образах. Насколько это плохо и что из этого можно использовать в образовании еще предстоит оценить.

Работа наших студентов во время учебы, конечно, не вписывается в традиционный для Университета учебный процесс. Ну, а если студент работает по специальности, или близко к ней? Даже когда это не так, наши студенты с некоторым удивлением и с удовлетворением вдруг обнаруживают свои преимущества перед ровесниками, получившими или получающими образование по новомодным экономическим, юридическим направлениям.

Наши студенты на практике, в реальной жизни осознают, что техническое образование формирует в них системность мышления, способность самостоятельно анализировать проблемы и искать пути решения, при необходимости изобретать, придумывать эти пути. Применение всего этого во время реальной работы, даже не по специальности, дает важный жизненный опыт, повышает самооценку наших студентов и примиряет их с необходимостью продолжать многотрудную учебу.

Подводя итог краткому и явно не полному анализу нашей студенческой аудитории, отметим на наш взгляд то, что нужно учесть в нашей работе.

Изменились времена, изменились и студенты. Они не хуже и не лучше прежних, они - другие. Ностальгировать по прежним временам бессмысленно, а идти вперед с головой повернутой назад – вредно.

Следует с максимальной пользой для дела использовать полезные качества наших студентов и профессионально компенсировать их недостатки, в которых они часто и не виноваты.

Прежде всего, это касается школьной подготовки. Традиционный входной контроль знаний очередного набора первокурсников дает стабильно неутешительный результат – подготовка недостаточна.

Это особенно заметно в математике. Выясняется, что ключевые понятия, определения, методы и процедуры математики, безусловно необходимые для освоения практически всех естественных и специальных технических дисциплин, усваиваются выпускниками школы явно недостаточно.

Справедливости ради отметим, что эта проблема имеет глобальный, общемировой характер. Причем, с этой проблемой наши зарубежные коллеги имеют дело уже давно, они боролись с ней даже тогда, когда у нас советская система школьного образования давала вполне приемлемые результаты.

Поэтому именно в зарубежных университетах разработана и стала привычной частью учебного процесса система борьбы с недостаточной подготовкой студентов. Для студентов, имеющих пробелы в знаниях базовых курсов, той же математики, предусмотрены дополнительные занятия, консультации или *пропедэвтические* разделы или курсы.

**Пропедэвтика** (от др.греч. προπαιδείω — предварительно обучаю) — это введение в какую-либо науку, сокращенное систематическое изложение науки в элементарной форме, подготовительный (предварительный, вводный) курс, предшествующий более глубокому изучению предмета.

Сам термин и применяемые в пропедэвтике методы хорошо известны в отечественной классической педагогике, но, к сожалению, они не являются привычными в среде преподавателей технических университетов.

В чистом виде применение пропедэвтики предусматривает включение в дисциплину вводных разделов, изученных студентом ранее, но нуждающихся в повторении, закреплении и расширении.

К сожалению, у нас этот прием применяется крайне редко, возможно, из-за боязни обвинений в вульгаризации, принижении университетского статуса дисциплины.

Вместе с тем, отдельные элементы пропедэвтики в инженерном образовании применяются в учебном процессе как неизбежное и весьма действенное средство и в зарубежной, и отечественной практике. Чаще всего эти примеры относятся к математике, повторение которой необходимо до начала изучения многих других дисциплин.

Так, в курсе физики *Massachusetts institute of technology* первый раздел физики *Classical Mechanics* предваряется по сути пропедэвтическим вложением: *Mathematics: The Language of Science* [5]. В нем подробно и наглядно рассматриваются такие необходимые в данном случае разделы математики, как декартовы координаты, векторы, скалярное перемножение векторов.

Да и в самом курсе без всякого смущения и неловкости вводятся (повторяются) такие понятия как, например, радиан и стерadian, которые, кстати, во многих американских школах вообще не изучаются [6].

В курсе электротехники *Rice University* [7] есть раздел «Комплексные числа».

Такой же раздел, кстати введен автором этого пособия в собственный курс «Физические основы микро- и нанотехнологий» [8].

Еще один пример из отечественной практики. Когда наши коллеги обнаружили, что студенты забывают правила работы с матрицами, они подготовили дополнительный учебный материал, позволяющий самостоятельно и очень быстро восстановить утраченный навык [8]. Сделано это в такой форме, что не понять работу с матрицами, в частности, их перемножение, просто невозможно (подробнее см. раздел 4.3).

Таким образом, борьба с пробелами в знаниях студентов не только возможна, в современных условиях она необходима для достижения целей учебного процесса.

Поэтому, не дожидаясь глобальных изменений в системе школьной подготовки, оптимизации университетских образовательных программ и не становясь в позу обличителей,

следует предельно конструктивно выделять пробелы в знаниях студентов и корректировать их в собственных учебных курсах.

### **Резюме**

Двухуровневая система высшего профессионального образования (бакалавриат и магистратура) стала очевидной реальностью. Мы просто обязаны спроектировать образовательный процесс и соответствующее учебно-методическое обеспечение таким образом, чтобы наши выпускники – не только специалисты и магистры, но и бакалавры соответствовали по уровню образования выпускникам лучших университетов мира.

Уровень подготовки поступающих в Университет студентов соответствует реалиям современного состояния страны, причем в этом отношении мы мало отличаемся от общемирового состояния в инженерном образовании.

В обозримом будущем тенденций к улучшению ситуации не предвидится, поэтому пора перестать тратить время на сетования по этому поводу и приступить к конструктивной коррекции знаний студентов.

Наш совместный опыт позволяет выделить те разделы математики, естественно-научных и специальных дисциплин, которые, прежде всего, нуждаются в восстановлении и закреплении при изучении преподаваемых нами дисциплин. Работа в этом направлении требует времени и приложения нашего педагогического мастерства, разработки соответствующих учебно-методических пропедевтических материалов.

Это очень непростая работа, но она стоит того.

## **2.4.1. Анализ целей учебных материалов**

Цели являются традиционным и обязательным компонентом учебного материала, они определяются, прежде всего, целями обучения по дисциплине, для которой готовится данный учебный материал.

Четкое, явное описание целей (желательных результатов) обучения — важный шаг на пути создания эффективных (полезных, действенных) учебных материалов.

Цель обучения считается “хорошо определенной”, если они формулируются через **результаты обучения, выраженные в действиях студентов**, причем таких, которые преподаватель или какой-либо другой эксперт могут надежно опознать.

Другими словами цели обучения — это описание поведения, которое должен продемонстрировать студент, чтобы подтвердить свою компетентность в изучаемом вопросе. Цель описывает ожидаемый результат обучения, а не сам учебный процесс.

Хорошее описание целей обучения необходимо по трем причинам [10].

1. Явно заданные цели обучения — основа для разработки (определения) содержания учебного материала, используемых источников и методов обучения.

2. Без явно заданных целей обучения трудно определить, научились ли студенты тому, что от них требуется. Упражнения, контрольные вопросы, итоговые задания можно составить только тогда, когда ожидаемые результаты обучения заданы явно и точно.

3. Ясное описание целей обучения помогает студенту сконцентрировать внимание на существенных сторонах предлагаемого материала, сознательно направлять усилия на достижение этих целей в процессе обучения. Сообщить студентам о целях обучения, значит пригласить их к разговору на равных, проявить к ним уважение и разделить с ними ответственность за результаты учебной работы.

Итак, ясное определение целей обучения служит основой

- для определения содержания и методов обучения,
- для оценки результатов обучения,
- для активизации учебной работы студентов, превращения их в сознательных участников учебного процесса.

## 2.4.2. Классификация целей обучения

Перевод результатов обучения на язык действий и обеспечение однозначности этого перевода требует решения двух проблем:

1) построения четкой системы (классификации) целей, внутри которой выделены их категории и последовательные уровни (иерархия), - такие системы получили название **педагогических таксономий**;

2) создания максимально ясного, конкретного языка для описания целей обучения, на который преподаватель может перевести недостаточно ясные формулировки - применения **операционализации**.

Формулировка учебных целей обычно содержит **глагол**, обозначающий действие и **существительное** – объект этого действия:

- **Глагол**, характеризующий действие, связанное с чем то, соотносится с определенным **познавательным (когнитивным) процессом**.
- **Существительное** при этом описывает то **знание**, которое должен приобрести или сформировать студент.

Соответственно, в современной таксономии принято для оценки сферы познавательной деятельности использовать две важных и равноценных характеристики (параметра):

I. **уровень познавательного процесса** и

II. **уровень знаний**, осваиваемых в этом процессе.

**I. Познавательные (когнитивные) процессы** в уточненной таксономии Блума представлены на шести уровнях возрастающей сложности – от «помнить» до «создавать»:

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1. помнить,   | 4. анализировать, |
| 2. понимать,  | 5. оценивать,     |
| 3. применять, | 6. создавать      |

В этой шестиуровневой иерархической системе работа по достижению целей более высокого уровня базируется на достигнутых целях нижних уровней.

### 1. Помнить

На этом уровне предусматривается запоминание и воспроизведение изученного материала. Речь может идти о различных видах его содержания – от конкретных фактов до целостных теорий. Общая черта этого уровня – припоминание соответствующих сведений, извлечение из долговременной памяти конкретных фактов, методов и процедур, понятий, правил и принципов.

При освоении этого уровня студент помнит и воспроизводит:

- термины изучаемой предметной области,
- конкретные факты;
- методы и процедуры;
- основные понятия;
- правила и принципы.

### 2. Понимать.

Показателем понимания изученного является преобразование материала из одной формы выражения в другую, интерпретация материала или же предположение о дальнейшем ходе явлений, событий. Такие учебные результаты превосходят простое запоминание материала, при этом студент:

- понимает факты, правила и принципы;
- интерпретирует словесный материал, схемы, графики, диаграммы;
- преобразует словесный материал в математические выражения;
- описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных

### **3. Применять.**

Эта категория обозначает умение использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых ситуациях. Сюда входят применение правил, методов, понятий, законов, принципов, теорий. Освоив этот уровень студент:

- применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях;
- использует понятия и принципы в новых ситуациях;
- демонстрирует правильное применение метода или процедуры.

### **4. Анализировать.**

Этот уровень предусматривает умение разбить учебный материал на составляющие части так, чтобы ясно выступала его структура. Сюда относятся вычленение частей целого, выявление взаимосвязей между ними, осознание принципов организации целого.

Анализируя, студент:

- выделяет скрытые (неявные) предположения;
- видит ошибки и упущения в логике рассуждений;
- проводит разграничения между фактами и следствиями;
- оценивает значимость данных.

### **5. Оценивать**

На данном уровне требуется умение оценивать значение того или иного материала - утверждения, научно-технической информации, исследовательских данных и т. д. Суждения студента должны основываться на чётких критериях, которые могут определяться самим студентом или предлагаться ему извне, например, преподавателем.

Студент в состоянии оценить:

- логику построения материала в виде письменного текста;
- соответствие выводов имеющимся данным, значимость того или иного продукта деятельности, исходя из внутренних критериев;
- значимость продукта деятельности, исходя из внешних критериев.

### **6. Создавать**

Этот уровень характеризует умение комбинировать элементы так, чтобы получить целое, обладающее новизной. Таким новым продуктом может быть сообщение (аналитический обзор, выступление, доклад), план действий, схемы, упорядочивающие имеющиеся сведения.

Достижение соответствующих учебных результатов предполагает деятельность творческого характера, направленную на создание новых схем, структур.

На этом уровне студент:

- пишет аналитический обзор с формулировкой выводов и рекомендаций,
- предлагает план проведения эксперимента,
- использует знания из различных областей, чтобы составить план решения той или иной проблемы,
- компоует схему технологической установки,
- предлагает последовательность технологических операций.

Ключевые глаголы, характеризующие различные виды познавательной деятельности на выделенных в таксономии 6 уровнях представлены в табл. 2.

Таблица 2. Уровни познавательной деятельности

Уровни познавательной деятельности	Содержание деятельности (ключевые глаголы)
1. Помнить	<p><b>Извлекать из долговременной памяти конкретные факты, методы и процедуры, понятия, правила и принципы.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Узнавать,</li> <li>• припоминать</li> <li>• называть,</li> <li>• воспроизводить,</li> <li>• описывать,</li> <li>• повторять.</li> </ul>
2. Понимать	<p><b>Выявлять смысловое содержание учебной информации.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерпретировать</li> <li>• приводить примеры</li> <li>• классифицировать</li> <li>• обобщать</li> <li>• сравнивать</li> <li>• объяснять</li> </ul>
3. Применять	<p><b>Использовать процедуры для заданной ситуации.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Исполнять,</li> <li>• применять,</li> <li>• решать,</li> <li>• конструировать,</li> <li>• моделировать,</li> <li>• предсказывать,</li> <li>• воссоздать,</li> <li>• показывать,</li> <li>• иллюстрировать,</li> <li>• интерпретировать,</li> <li>• планировать</li> </ul>
4. Анализировать	<p><b>Разбивать учебный материал на составные части и выявлять их соотношения между собой и с целой структурой материала или с поставленной в нем целью.</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дифференцировать,</li> <li>• соотносить,</li> <li>• сравнивать,</li> <li>• противопоставлять,</li> <li>• разбивать,</li> <li>• выделять,</li> <li>• отбирать,</li> <li>• разграничивать,</li> <li>• различать,</li> <li>• распознавать,</li> <li>• исследовать,</li> <li>• экспериментировать</li> </ul>
5. Оценивать	<p><b>Делать суждения, основанные на критериях, нормах и правилах.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверять,</li> <li>• критиковать,</li> <li>• судить,</li> <li>• составлять мнение,</li> <li>• оспаривать,</li> <li>• поддерживать,</li> <li>• делать заключение, выводы,</li> <li>• оправдывать,</li> <li>• доказывать правильность,</li> </ul>
6. Создавать	<p><b>Соединять части для образования нового единого целого или создавать оригинальный продукт.</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Генерировать,</li> <li>• планировать,</li> <li>• проектировать,</li> <li>• разрабатывать,</li> <li>• производить,</li> <li>• собирать,</li> <li>• строить,</li> <li>• создавать.</li> </ul>

## II. Уровень знаний, осваиваемых в познавательном процессе

Для оценки уровня знаний, осваиваемых в познавательном процессе, в таксономии введен диапазон из четырех видов (категорий) знаний - от самых конкретных (декларативных, фактических), до абстрактных (метакогнитивных) (табл. 3).

Таблица 3 Уровни знаний, осваиваемых в познавательном процессе

Уровень (категория) знаний			
Конкретные знания		Абстрактные знания	
<b>А. Фактическое (Декларативное)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание терминологии,</li> <li>• знание конкретных деталей и элементов.</li> </ul>	<b>В. Концептуальное</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание классификаций и категорий,</li> <li>• принципов, общих правил</li> <li>• теорий, моделей и структур,</li> </ul>	<b>С. Процедурное</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессиональные знания и алгоритмы действий,</li> <li>• знания техники действий и порядка их выполнения в предметной области,</li> <li>• знания методов и критериев выбора требуемых процедур</li> </ul>	<b>Д. Метакогнитивное</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• стратегические знания,</li> <li>• знания о задачах познавательного характера,</li> <li>• самопознание</li> </ul>

**Декларативные знания** – это изолированные фрагменты информации, словарные определения, знания конкретных деталей. Эти знания должны быть записаны в памяти студента и доступны для использования. Обычно декларативных знаний используются для представления информации о свойствах и фактах предметной области.

**Концептуальные знания:** знания, представляющие собой наиболее существенные компоненты в рассматриваемой области знаний, включают системы информации, такие, как классификации и категории.

**Процедурные знания** - знания, хранящиеся в памяти студента в виде описаний процедур, с помощью которых их можно получить. Обычно процедурные знания используются для представления информации о способах решения задач в предметной области, а также различные инструкции, методики, алгоритмы, эмпирические методы, техники, знание о том, когда следует использовать эту процедуру.

**Метапознание** относится к знанию о процессах мышления, собственных мыслительных процессах и возможностях своей памяти, а также о том, как эффективно управлять этими процессами. Это способность анализировать собственные мыслительные стратегии (размышлять о мышлении) и управлять своей познавательной деятельностью. Одним словом, наше знание о том, как мы узнаем и что мы знаем.

Метапознание играет огромную роль в педагогическом процессе. Планировать решение какой-либо учебной задачи, отслеживать понимание изученного материала и оценивать степень продвижения к достижению учебных целей — все это в природе метапознания. И поскольку метапознание влияет на успешность обучения, важно его также уметь развивать.

Измерение уровня знаний четырьмя градациями имеет, конечно, весьма приблизительный характер и без должного анализа может дезориентировать пользователя.

Например, виды процедурного знания не всегда более абстрактны, чем виды концептуального. При этом цели, включающие анализ или оценку часто не менее сложно достижимы, нежели цели по созданию чего-либо.

Основным методом разрешения проблем в этом плане является формирование таксономии в виде двумерной таблицы (табл. 4). Это позволяет сопоставить измеряемые знания и уровни познавательных процессов, что дает своеобразный синергетический эффект – в ячейках такой таксономии можно сформулировать практически все возможные цели образовательного процесса.

Таблица 4 Взаимосвязь категорий и уровней знаний

Уровень (категория) знаний	Уровни познавательных процессов					
	1 Помнить	2 Понимать	3 Применять	4 Анализировать	5 Оценивать	6 Создавать
<b>А.</b> Декларативное	Цель 1					Цель 6
<b>В.</b> Концептуальное		Цель 2		Цель 4	Цель 5	Цель 7
<b>С.</b> Процедурное			Цель 3			
<b>Д.</b> Метапознание						

Рассмотренные методы применения таксономии при формулировке учебных целей широко применяются в зарубежных университетах. Накопленный опыт и современные возможности информационных технологий позволяет представлять результаты в очень наглядном интерактивном виде, удобном для передачи студентам.

### 2.4.3. Операционализация целей

Требования к результатам обучения в образовательных стандартах обычно формулируются в весьма общем виде. Поэтому для оценки формируемых знаний, их измерения, необходима четкая, точная постановка целей, т.е. их **операционализация**. В нашем случае процесс операционализации заключается в придании целям такой формы и содержания, которые позволяют применить к ним стандартизированные средства измерения.

Часто вместо слова «операционализация» используется более удачный термин «конкретизация». Конкретизация должна начинаться с описания направленности воздействия обучения на студента, прояснения характера воздействия и детализации результатов.

Результатом операционализации (конкретизации) должна быть хорошо определенная цель, которая должна давать ответы на три вопроса:

- что именно сможет делать студент?
- при каких условиях он это сможет делать?
- насколько хорошо он это сможет делать?

И если на каждый вопрос следует явный ответ, значит цель определена хорошо. Сформулированные вопросы характеризуют три основных составляющих хорошего определения целей обучения:

- ясность исполнения,
- определенность условий,
- информацию о критериях.

*Исполнение.* Формулировка цели всегда сообщает о том, что сможет делать студент. Она описывает процесс или результат исполнения соответствующей цели действий.

*Условия.* Формулировка цели сообщает (если это необходимо), при каких условиях будет осуществляться желаемое поведение или исполнение.

*Критерии.* Формулировка цели сообщает (если это возможно), насколько хорошо должно выполняться исполнение (каков его приемлемый уровень).

Не всегда нужно и возможно, чтобы хорошо определенная цель обязательно включала и *условия*, и *критерии*. Важнее, чтобы определение было компактным и практичным. Однако, включение этих характеристик в определение цели, скорее всего, улучшит это определение.

Итак, хорошая формулировка цели должна сообщать о том, что сможет делать студент, описывать процесс или результат *исполнения* соответствующих действий.

*Исполнение* описывает только такое слово, которое означает определенное действие. Привычные глаголы “знать” и “понимать” не описывают действие, они скорее описывают состояние студента, который “знает и понимает”.

Ниже приведены несколько примеров слов, которые описывают действие, и слов, которые описывают состояние.

Слова, описывающие	
исполнение	состояние
Написать	Понимать
Перечислять	Знать
Выделять	Уметь
Демонстрировать	Обладать
Указывать	Ценить
Выбирать	Быть знакомым
Соотносить	Чувствовать
Формулировать	Видеть

К сожалению, при описании целей нередко встречаются слова из второй колонки. В ходе уточнения целей следует провести соответствующую замену.

Отметим, что для комплексного учебного материал, например учебного пособия или курса лекций, целесообразно формулировать учебные цели по отдельным разделам, модулям.

Например, формулировка цели для вводного модуля лекционного курса может выглядеть так:

«После изучения материала модуля «Технологический анализ изделий микротехнологии» студенты смогут:

- продемонстрировать на уровне принципиальных схем принципы действия и конструктивные особенности наиболее перспективных (не менее трех) устройств микроэлектроники и микросистемной техники,
- представить на уровне блок-схем типовые маршруты их изготовления, номенклатуру применяемых материалов,
- перечислить и объяснить не менее двадцати понятий и терминов, в том числе на английском языке, описывающих современные изделия - объекты микротехнологии,
- для заданного изделия микротехнологии продемонстрировать взаимосвязь конструктивных элементов изделий и технологических процессов их изготовления,
- для заданного изделия микротехнологии провести его технологический анализ и выявить лимитирующие параметры и критические операции процесса,
- для заданного технологического процесса микротехнологии выбрать характеризующие его ключевые термины и провести по ним поиск в среде Интернет, обобщить и

провести анализ информации по современному состоянию и перспективам развития процесса,

- представлять результаты работы с информацией в виде аналитических обзоров и презентаций».

Итак, формулировка цели должна описывать желаемые действия студентов. Некоторые действия можно наблюдать в явном виде. Например, если студент должен выделить требуемый по условию объект, это явное выполнение требуемого действия или *явное* исполнение. Однако это не всегда возможно. Многие действия выполняются в уме, и мы не можем непосредственно наблюдать их выполнение. Такое исполнение называют *неявным*.

Например, есть такое описание цели некоторого промежуточного раздела практических занятий:

Студент должен уметь распознать в предложенной ему последовательности технологических операций ошибки, которые связаны с неправильным выбором исходных параметров процесса”.

Демонстрацию достижения этой цели, невозможно непосредственно наблюдать. Оно выполняется неявно, не выражено в виде внешнего наблюдаемого действия. Однако его можно выразить в явном виде, если связать с видимым действием или индикатором.

Изменим формулировку:

Студент должен уметь распознать (подчеркнуть) в предложенной ему последовательности технологических операций ошибки, которые связаны с неправильным выбором исходных параметров процесса”.

В описание добавлено действие (подчеркнуть), которое служит *индикатором*. В результате цель с *неявным* исполнением преобразована в описание с *явным* исполнением.

**Таким образом:**

1. Хорошая формулировка цели обучения всегда содержит описание исполнения, которое может воспроизвести студент, если он успешно освоил соответствующий учебный материал
2. При подготовке описания цели обучения следует зафиксировать свои учебные намерения. Для этого:
  - Необходимо описать исполнение, которое должен продемонстрировать студент, успешно освоивший соответствующий материал
  - Если окажется, что исполнение неявное, следует добавить в формулировку цели индикатор, самый простой и очевидный из всех возможных

**Условия**

Часто условия, при которых должно демонстрироваться исполнение, играют решающую роль. Допустим, наша цель — научить студента программировать станок с ЧПУ для сверления печатных плат. В формулировку цели этого учебного раздела следует включить условия реализации исполнения. Например, так:

Студент должен уметь для заданной топологии печатной платы сформировать программу сверления переходных отверстий, пользуясь типовым программным пакетом технологической подготовки производства плат.

## Критерии

Критерии включают в описание целей для того, чтобы зафиксировать:

- насколько хорошо надо подготовить студента, чтобы он мог приступить к освоению следующей учебной задачи;
- насколько хорошо должно выполняться требуемое действие, чтобы считать обучение законченным (не забывайте, что студент будет продолжать совершенствовать свои знания, умения и навыки на практике).

Критерии не всегда необходимы. Однако порой они очень важны. Рассмотрим такое описание одной из целей лабораторной работы:

Разработать для предложенной математической модели расчетную функцию в *Excell* и рассчитать с ее помощью технологические параметры модели по 9 контрольным точкам не более чем за 30 минут.

В этом примере есть вполне уместное указание на скорость выполнения осваиваемого действия. *Быстрота* выполнения действия — типичный пример использования критерия в описании целей обучения. Другой часто встречающийся случай — *точность* (безошибочность) выполнения требуемых действий, например, точность заполнения форм можно определить по количеству ошибок, допускаемых при их заполнении.

### 3. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Реализация приведенных в разделах 2.1 и 2.2. требований к построению учебных материалов и к их ключевым компонентам предусматривает формирование в них определенной структуры и последовательности функциональных разделов.

Наиболее типична такая последовательность в расположении основных разделов учебного материала, например, в учебнике или учебном пособии [10]:

- оглавление;
- предисловие;
- методические рекомендации;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложения;
- указатели.

Наиболее важными обязательными разделами практически любого учебного материала являются *введение, основная часть, заключение*.

#### Введение

Введение является элементом основного текста, который представляет собой вводную, вступительную часть авторского произведения. В общем случае во введении обычно представляют:

- современное состояние области науки и техники, освещаемой в учебном материале, его связь с практикой и другими областями знаний;
- анализ перспектив и проблем рассматриваемой области знаний, обоснование актуальности материала;
- цели изучения учебного материала в виде планируемых результатов;
- методику подачи материала, логику его построения;
- наиболее важные, трудные и перспективные разделы материала;
- авторские рекомендации по самостоятельному освоению учебного материала.

#### Основная часть

Этот раздел учебного материала включает основной текст (части, разделы, главы, параграфы), иллюстрации, дидактический материал (цели, задачи, контрольные вопросы и задания).

Учебный материал должен обладать проработанной композицией — текст на всех структурных уровнях, иллюстрации, таблицы и другие элементы материала должны составлять единое целое.

Главный инструмент в работе над композицией — продумывание рубрикации, т. е. формирование логически самостоятельных структурных частей, прямо или косвенно связанных между собой. Деление текста на отдельные смысловые элементы (части, разделы, главы, параграфы, пункты, подпункты) должно быть логически обоснованным, его необходимо производить по единому выбранному признаку.

Одно из главных требований к композиции учебного материала — логичность, поскольку его назначение — не только сообщать необходимую информацию, но и учить логике мышления. Логический план материала разрабатывается таким образом, чтобы переход от

простого материала к более сложному и от известного к новому совершался последовательно, чтобы одно утверждение вытекало из другого.

Не менее важным требованием является понимаемость, т. е. свойство учебного материала минимизировать интеллектуальные усилия, необходимые для его понимания и усвоения. Для повышения понимаемости учебного материала он должен быть представлен с помощью оптимального сочетания словесного текста, формул, таблиц, графического материала.

### **Заключение**

Цель заключения — обобщение учебного материала, основные выводы, рекомендации и прогноз развития учебной дисциплины (науки, области техники).

Автор подводит итог изложению материала учебной дисциплины или ее части, приводит информацию о нерешенных вопросах в рассмотренной области знания, существующих научных направлениях, имеющихся гипотезах, а также об основных направлениях дальнейшего развития данной науки. Здесь автору важно показать, какие знания, полученные студентом при изучении учебного произведения, будут использоваться при освоении последующих дисциплин и решении практических задач.

Рекомендации по подготовке авторского оригинала учебного материала, включая анализ содержания текста, табличных, иллюстративных и дидактических составляющих, приведены в работе [10].

## 4. ЭРГОНОМИКА УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Сначала – основные понятия и определения.

Как известно, *эргономика* - это научно-прикладная дисциплина, занимающаяся изучением и созданием эффективных систем, управляемых человеком. Или другими словами – наука о том, как повысить эффективность сложной работы, облегчив ее выполнение.

Соответственно, *когнитивная эргономика* – наука о том, как облегчить и улучшить умственную работу, а *эргономика образования* – наука о том, как облегчить и улучшить учебную деятельность [11, 12].

Эти определения имеют непосредственное отношение к теме данного пособия, поскольку, как уже отмечалось, острой проблемой современного инженерного образования является постоянная потребность в увеличении объема приобретаемых знаний.

Соответствовать возрастающему уровню требований не за счет увеличения трудозатрат и времени обучения, а за счет улучшения качества образовательного процесса – это проблема из области когнитивной эргономики.

### 4.1. Эргономическое качество учебных материалов

Показатели эргономического качества будут определяться критериями, которым они должны удовлетворять.

В свою очередь, эргономические критерии проистекают из сверхзадач, которые ставятся перед образовательным процессом и определяют его организацию.

Сравним две таких сверхзадачи, два лозунга на эту тему.

Во-первых, хорошо нам знакомый лозунг, предписывающий для достижения результата образования «...грызть гранит науки...» (Лев Троцкий, 1925 г.)

Во-вторых, гораздо менее знакомый, хотя и гораздо более старый «...достигать результата учебы с наименьшими затратами умственных сил...» (Рене Декарт, 1628 г.)

Первый лозунг нам привычен, с ним выросло несколько последних поколений наших соотечественников. И хотя его зрительный образ вызывает некоторое содрогание (ведь гранит – это твёрдая горная порода), мы привычно делаем скидку на революционную горячность. Проблема в другом – для реализации этого лозунга можно вообще ничего не делать с организацией учебного процесса. Нужны лишь молодые здоровые зубы. А если зубы не те или гранит слишком твердый – ну, не судьба...

В условиях, когда в технические ВУЗы шли наиболее подготовленные и одаренные выпускники школ, когда студенты были мотивированы тратить много времени, чтобы хорошо учиться (стипендия, распределение), когда на зашкаливающий процент отчислений смотрели снисходительно (да, у нас трудно учиться...) – такой подход был приемлем, точнее – терпим.

Времена изменились. Если раньше наши западные коллеги завидовали нам в уровне подготовки наших абитуриентов, теперь мы с ними сравнивались. Уровень мотивации студентов к учебе мы обсудили ранее, а вот финансирование университетов по реальному, душевому принципу нам еще предстоит осознать и принять.

Полезно, при этом, рассмотреть проблему с точки зрения студента.

Он вряд ли читал «Правила для руководства ума» Рене Декарта, но, исходя из здравого смысла и реалий современной жизни, хочет оптимизировать свою учебно-познавательную деятельность.

Для этого студент хотел бы:

- свести к минимуму или полностью устранить *нерациональные* и *непродуктивные* потери времени, так или иначе связанные с образовательным процессом;
- добиться такого режима обучения, при котором на *единицу затраченных интеллектуальных усилий* он получал бы *максимальный объем* высококачественных и хорошо усвоенных *знаний*.

Ну, что же – жизнь развивается по спирали и студенту трудно что либо возразить, тем более что за его спиной – великий Декарт.

Уточним, что речь вовсе не идет о превращении учебы в забаву.

Смысл эргономического принципа Декарта и вытекающей из него проблемы - это достижение высоких, хорошо спроектированных учебных целей наиболее эффективным способом, минимизируя затраты времени и сил студентов.

Для достижения, или хотя бы приближения к решению этой проблемы нужно решить множество разнообразных задач.

Среди них следует выделить одну, непосредственно относящуюся к обсуждаемой теме. Это - улучшение понимаемости, доходчивости учебного материала, т.е. повышение его эргономического качества.

Можно выделить два методологических принципа, определяющих возможности повышения эргономического качества учебных материалов:

- системное квантования информации,
- визуализации учебной информации.

## 4.2. Системное квантование

Принцип квантования учебного материала означает разбиение материала на разделы, состоящие из модулей, минимальных по объему, но замкнутых и интегрированных по содержанию. При этом учитываются следующие закономерности:

- учебный материал большого объема запоминается с трудом;
- учебный материал, расположенный компактно в определенной системе, лучше воспринимается;
- выделение в учебном материале смысловых опорных пунктов способствует эффективному запоминанию.

Отметим, что помимо термина «квантование информации» можно встретить для определения рассматриваемого принципа такие определения как «структурирование текста», «ментально-структурированное представление учебных материалов», «формирование фрагментов контента». В англоязычной литературе используется термин *chunking*.

Квантование учебной информации на фрагменты требует выделения в ней основных понятий, определений, учебных элементов, что улучшает их восприятие, понимание и запоминание. Это объясняется особенностями работы мозга – рабочая память человека может воспринять одновременно ограниченное количество информации.

Объем одновременно запоминаемой информации зависит от ее типа и особенностей, от врожденных способностей человека. Однако независимо от этого при заполнении рабочей памяти избыточная информация стирается, исчезает.

Это следует принимать как аксиому и при изложении сложных разделов следует проводить квантование информации.

Процесс квантования проводится по следующим правилам.

1. Начальным этапом является выделение в содержании дисциплины модулей, разделов, тем и их связывание в единую логико-структурную схему. Начинать следует с выделения наиболее крупных разделов - модулей
2. Далее следует деление модулей на меньшие по объему фрагменты – занятия (лекции, семинары), темы.
3. После формирования иерархической структуры (модуль-занятие-тема) учебный материал делится на фрагменты - информационные кванты. Они представляют собой логически завершённые содержательные абзацы, воспринимаемые кратковременной памятью.
4. При выполнении процедуры квантования следует постоянно контролировать соответствие объема фрагментов и возможностей рабочей памяти. Вся излишняя, вторичная

информация должна быть удалена. В данном случае действует правило – лучше меньше, но лучше.

При оценке объема и количества фрагментов (информационных квантов) следует учитывать, что кратковременная память человека способна одновременно воспринимать и запоминать в среднем  $7 \pm 2$  функциональных элемента (закономерность Дж. Миллера).

Установлено, что человек может держать в памяти (запомнить и повторить) не более 9 элементов, а часто и не более 5. Причем важно, что память не пытается анализировать смысл информации, важно количество элементов. И если их количество больше семи (в крайнем случае – девяти), то мозг пытается разбить информацию на подгруппы так, что бы их количество было от пяти до девяти.

Применительно к количественной информации эффективность квантования легко проиллюстрировать, например, при запоминании номера телефона.

Можно записать его в виде 8 9672394653. А можно - 8 (967) 723-94-65 и запомнить его в этом варианте записи не составит большого труда.

Применение квантования для учебной информации не столь очевидно, хотя бы потому, что непривычно. Многими опытным преподавателями этот подход воспринимается неоднозначно, считается, что серьезные технические дисциплины не могут быть объектом квантования, поскольку это приведет к дефрагментации логической структуры дисциплины, утрате ее цельности.

Вместе с тем, квантование учебной информации, ее ментально-ориентированное структурирование, *chunking* все более широко применяются как в зарубежных, так и отечественных университетах, приобретая в ряде случаев форму внутреннего стандарта.

Это объясняется тем, что данный метод обеспечивает наиболее благоприятные условия для эффективного восприятия учебной информации с наименьшими затратами психической энергии на её восприятие и преобразование по сравнению с учебными материалами, не подвергнутыми квантованию [14].

### 4.3. Визуализации учебной информации

В современных условиях объем информации, которую необходимо обрабатывать для поддержания прогресса науки и образования, растет так быстро, что человек уже не способен воспринимать огромные фактические данные и обрабатывать их с помощью традиционных методов.

Поэтому все чаще в основу познавательного процесса ложатся не столько понятия, сколько *образы* - познавательные иллюстрации представлений о чем-то, создаваемые с помощью визуального мышления.

Соответственно, задача визуализации - преобразование огромных массивов информации в адекватные для человеческого восприятия визуальные образы, которые могут варьироваться от детальных графических изображений до абстрактных структур, графов, схем, диаграмм, и т.д.

Образы, представления и понятия стимулируют развитие логического мышления, поскольку помогают наглядно и понятно представить структуру информации. Это повышает мотивацию, делает мышление более гибким, избавляет от стереотипов и превращает догматическое мышление в критическое.

Подчеркнем, что визуализация — это способ фиксации и передачи информации, не только дополняющий, но и служащий альтернативой прежде безраздельно господствовавшему вербально-письменному способу.

В настоящее время осуществляется “удвоение культурной среды”, при котором все достижения человечества, полностью отраженные ранее в письменных текстах, получают аудиовизуальное выражение.

Этот процесс имеет и побочные эффекты - во всем мире происходит постепенное смещение от вербального компонента к визуальному: зрительные образы имеют такое влияние, что люди становятся все менее способны к восприятию печатного слова, не могут сосредоточить свое внимание на вербальном тексте в течение длительного периода времени.

Можно сказать, что визуализация проникает во все сферы жизни и деятельности человека и упомянутое «клиповое мышление» - один из аспектов этого процесса.

Тем не менее, общеизвестно, что ведущим видом восприятия информации при работе с различными средствами обучения является зрительное. Это предполагает развитие как традиционных, так и инновационных средств и приемов, позволяющих активизировать работу зрения в процессе обучения.

Использование огромных возможностей зрительного анализатора при визуализации образовательной информации требует учета закономерностей зрительного восприятия, грамотного использования визуальных методов в обучении.

Поэтому при особом структурировании, кодировании и предъявлении материала, с помощью средств визуализации можно в свернутом виде передавать большие объемы информации, актуализировать познавательные механизмы, дополняющие вербальный канал поступления информации.

Такие структурированные массивы информации представляют собой учебные материалы нового поколения, в которых образ и текст соединяются органично, взаимно усиливая друг друга. Основная идея таких материалов - передать мысль в единстве образа и текста, исходя из положения, что образная и словесная составляющие мышления по отдельности не так сильны, как в единстве [13].

Визуализация в обучении основана на использовании особых свойств психических образов как объектов познания и выражает степень доступности и понятности этих образов для субъекта.

Она опирается на один из важнейших принципов обучения - принцип наглядности. Создание визуального образа — это решение человеком познавательной задачи, в которой наряду с ощущением участвует память, мышление, воображение и личностный смысл.

Поэтому важнейшей задачей является визуализация учебного контента, которая основано на постоянном взаимодействии трех способов предъявления информации: текст-образ-схема.

Формирование целостного учебного *смыслообраза* позволяет активизировать визуальное мышление студента, стимулирует восприятие учебного материала. При этом в образном материале легче ориентироваться, он лучше запоминается, позволяет легко восстановить в памяти всю структуру знаний при любом упоминании о ней.

Использование графических образов особенно полезно на этапе формирования понятий. Под понятиями подразумевается символическое отображение существенных свойств предметов окружающего мира, выделенных в результате аналитической работы.

В каждом понятии свернуто особое предметное действие, воспроизводящее предмет познания посредством использования определенных инструментальных средств.

Восприятие смыслообразов может стимулировать повышение степени осмысленности, обобщенности воспринимаемых образов, уточнять, конкретизировать, повышать полноту, целостность образов и представлений.

Зрительные представления могут дополнять и развивать слуховые, являющиеся основными, базовыми в чисто вербальном обучении.

Использование в обучении методов визуализации позволяет задействовать несколько видов памяти: наряду со словесно-логической, включить механизмы наглядно-образной и эмоциональной памяти.

В практике преподавания выделено несколько направлений визуализации учебного контента, которые представляют собой примеры организации образовательной деятельности:

- образного представления новой учебной информации в виде иллюстрации: схем, таблиц, графиков, рисунков, графических образов и др.;

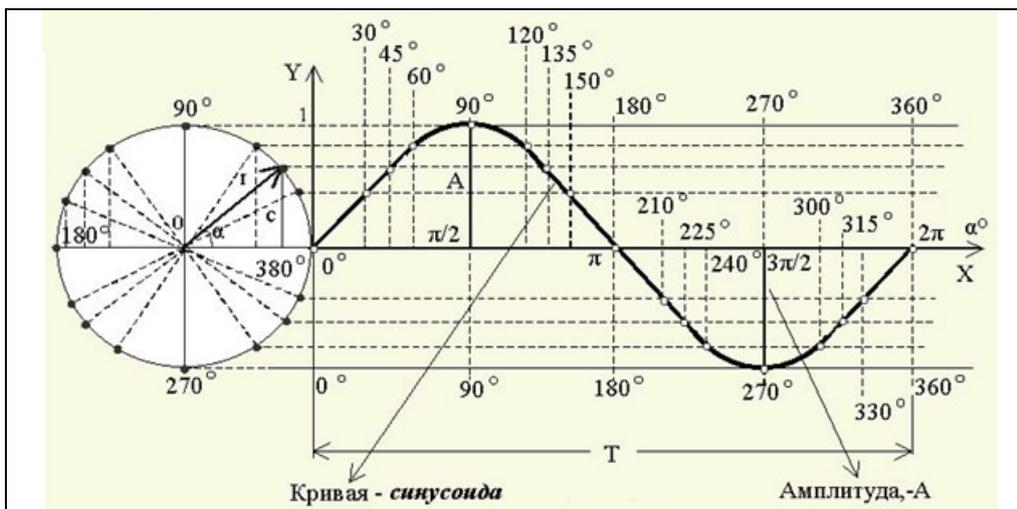
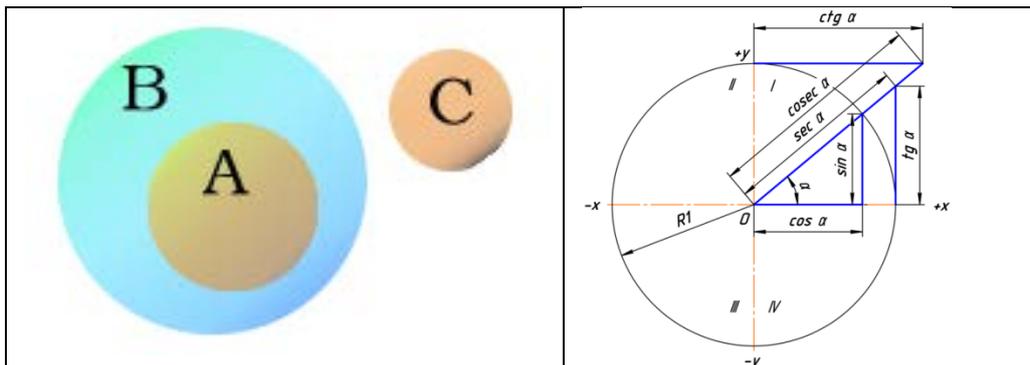
- закрепление пройденного учебного материала в виде текста или графического изображения;
- подготовка студентов к сохранению знаний способами самостоятельной, творческой деятельности по их приобретению;
- интерпретирование учебной информации, превращение учебного контента в удобные для запоминания и хранения в памяти схемы и гешалты (пространственно-наглядные формы воспринимаемых предметов, смыслообразы).

Конечно, преждевременно считать, что визуальные средства могут целиком заменить вербальный способ изложения информации.

Однако визуализация содержания информации, формирование *смыслообразов* позволяет направить мысль студента в требуемом направлении, обратить его внимание на моменты, существенные для понимания и формирования понятий.

Подчеркнем также, что применение в естественнонаучном и инженерном образовании графических иллюстраций ключевых понятий началось задолго до появления термина визуализация.

Наши великие предшественники оставили нам в наследство такие замечательные *смыслообразы, зрительные, графические образы* как, например, круги Эйлера или тригонометрический круг, который заменяет десяток таблиц и навсегда запечатлевает способ построения синусоиды. Декартова система координат, графическое представление принципа Гюйгенса и опытов Юнга по дифракции и интерференции (рис. 1). Список можно продолжать очень долго.



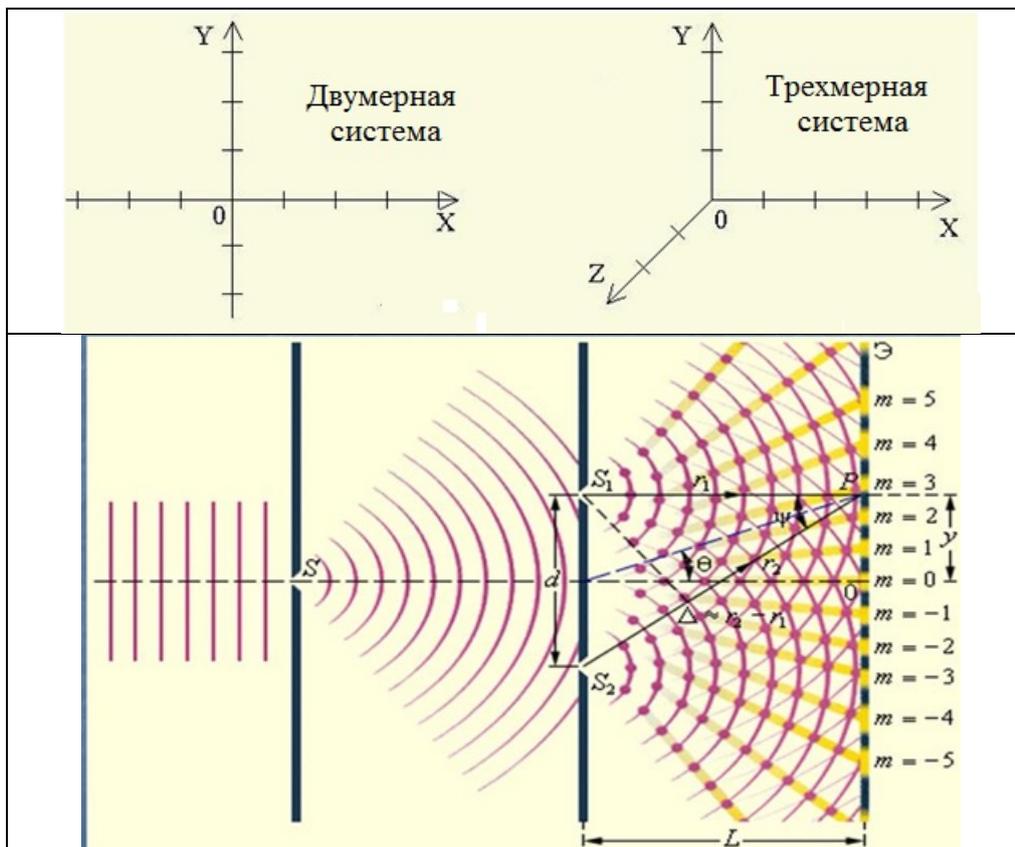


Рис. 1. Примеры визуализации графическими образами

Визуализация в инженерном образовании исключительно важна с учетом того, что поток новых абстрактных образов вынуждает сознание студента-технаря выстраивать между преподносимой информацией и его умом своеобразный барьер – ну не понятно ему...

То, что кажется простым и логичным, например, математику у студентов инженерных специальностей вызывает неоднозначную реакцию.

Например, процедуру перемножения матриц можно изложить разными способами.

**Пример 1.** <http://www.pm298.ru/matr3.php>

Математики записывают эту процедуру в виде:

«Произведением матрицы  $A = (a_{ik})$  размером  $m \times n$  на матрицу  $B = (b_{kj})$  размером  $n \times p$  называется матрица  $C = (c_{ij})$  размером  $m \times p$ , у которой

$$c_{ik} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \dots + a_{in}b_{nj} = \sum_{k=1}^n a_{ik}b_{kj} \quad \forall i, j.$$

Обозначение:  $C = AB$ »

Предельно компактно, логично и лаконично. Но понять такое определение студенту инженерного университета с первого раза (да и со второго, третьего) проблематично.

**Пример 2.** [http://www.cleverstudents.ru/operations\\_on\\_matrices.html](http://www.cleverstudents.ru/operations_on_matrices.html)

**Произведение матрицы  $A$  порядка  $p \times n$  и матрицы  $B$  порядка  $n \times q$  - это такая матрица  $C$  порядка  $p \times q$ , каждый элемент которой равен сумме произведений элементов  $i$ -ой строки матрицы  $A$  на соответствующие элементы  $j$ -ого столбца матрицы  $B$ , то есть,**

$$c_{ij} = a_{i1} \cdot b_{1j} + a_{i2} \cdot b_{2j} + \dots + a_{in} \cdot b_{nj}$$

$$i = 1, 2, \dots, p; \quad j = 1, 2, \dots, q$$

$$A \cdot B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1q} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2q} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nq} \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + \dots + a_{1n}b_{n1} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} + \dots + a_{1n}b_{n2} & \dots & a_{11}b_{1q} + a_{12}b_{2q} + \dots + a_{1n}b_{nq} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} + \dots + a_{2n}b_{n1} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} + \dots + a_{2n}b_{n2} & \dots & a_{21}b_{1q} + a_{22}b_{2q} + \dots + a_{2n}b_{nq} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{p1}b_{11} + a_{p2}b_{21} + \dots + a_{pn}b_{n1} & a_{p1}b_{12} + a_{p2}b_{22} + \dots + a_{pn}b_{n2} & \dots & a_{p1}b_{1q} + a_{p2}b_{2q} + \dots + a_{pn}b_{nq} \end{pmatrix}$$

Определение более развернуто, сделана попытка проиллюстрировать сказанное изображениями перемножаемых матриц и формирующейся матрицы–произведения.

**Пример 3.** [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D3%EC%ED%EE%E6%E5%ED%E8%E5\\_%EC%E0%F2%F0%E8%F6](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D3%EC%ED%EE%E6%E5%ED%E8%E5_%EC%E0%F2%F0%E8%F6)

Определение: пусть даны две прямоугольные матрицы  $A$  и  $B$  размерности  $m \times n$  и  $n \times q$  соответственно:

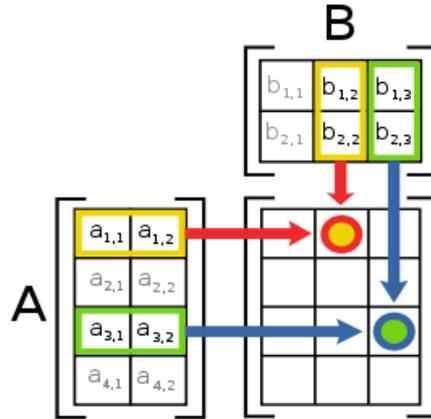
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1q} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2q} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nq} \end{bmatrix},$$

Тогда матрица  $C$  размерностью  $m \times q$  называется их произведением:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1q} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2q} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mq} \end{bmatrix},$$

где  $c_{ij} = \sum_{r=1}^n a_{ir} b_{rj}$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, q$ ).

Иллюстрация демонстрирует вычисление произведения двух матриц  $A$  и  $B$ , она показывает, как каждое пересечение в произведении матриц соответствуют строкам матрицы  $A$  и столбцам матрицы  $B$ .



Само определение не более понятно, чем в предыдущих вариантах, но графическое изображение процедуры позволяет вспомнить (если знал когда то) правило перемножения строк и столбцов.

**Пример 5.** [http://aco.ifmo.ru/el\\_books/basics\\_optics/](http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/)

Пошаговое объяснение последовательности действий при умножении матриц (упомянуто в разделе 2.3).

<p>Пошаговое перемножение: выделяем строку и столбец в матрицах</p>	$A \cdot B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} =$	
<p>Производим перемножение, закрываем не участвующие в перемножении элементы и записываем новый элемент в матрицу-результат</p>	$A \cdot B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ \dots & \dots \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} =$ $= \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$	<p>Элемент 11</p>
	$A \cdot B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ \dots & \dots \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ \dots & \dots \end{pmatrix} =$ $= \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$	<p>Элемент 12</p>
	$A \cdot B = \begin{pmatrix} \dots & \dots \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ \dots & \dots \end{pmatrix} =$ $= \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} \end{pmatrix}$	<p>Элемент 21</p>
	$A \cdot B = \begin{pmatrix} \dots & \dots \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ \dots & \dots \end{pmatrix} =$ $= \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} \end{pmatrix}$	<p>Элемент 22</p>

**Пример 4.** [http://akak-ich.ru/math-umn\\_matr.php](http://akak-ich.ru/math-umn_matr.php)

Процедура перемножения матриц проиллюстрирована на конкретном численном примере:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \square & \square \\ \square & \square \end{pmatrix}$$

Перемножим элементы первой строки матрицы 2x3 на соответствующие элементы первого столбца матрицы 3x2. Делается это следующим образом: мысленно поворачиваем матрицу 2x3, перемножаем элементы: 1x7, 2x9, 3x11. Складываем полученные произведения и записываем результат в "красную ячейку":

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \color{red}\square & \square \\ \square & \square \end{pmatrix}$$

Далее - по аналогии:

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \square & \color{blue}\square \\ \square & \square \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \square & \square \\ \color{green}\square & \square \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \square & \square \\ \square & \color{orange}\square \end{pmatrix}$$

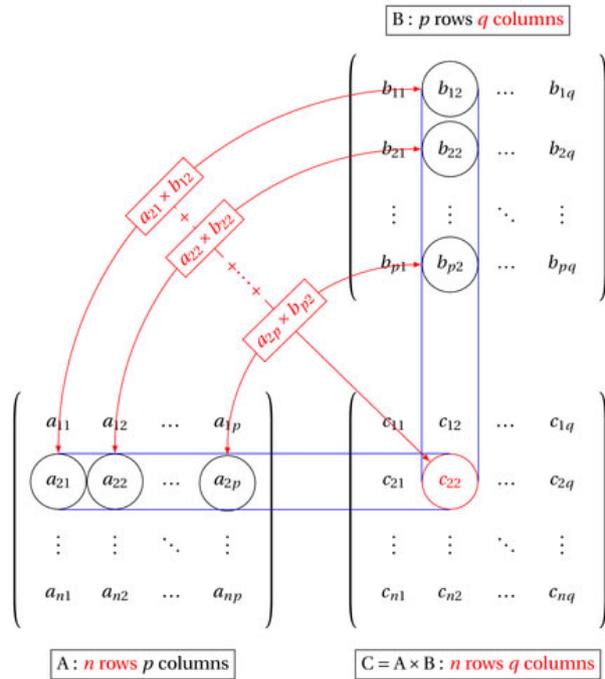
Ответ - матрица 2x2:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 58 & 64 \\ 139 & 154 \end{pmatrix}$$

Подробное изложение и графические иллюстрации процедуры на численном примере предельно облегчают осознание правила перемножения уже при начальном знакомстве с ним.

**Пример 6.** <http://akmac.itcarlow.ie/~powerk/GeneralGraphicsNotes/maths/matrices.html>

Приз авторских симпатий завоевала своеобразная номограмма, предельно наглядно иллюстрирующая процедуру перемножения матриц. Единственное затруднение, возникающее при ее использовании в первоизданном виде, это необходимость вспомнить, что *rows* - это строки, а *columns* - это столбцы.



## 5. ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Изучение дисциплины, проработка учебного материала предусматривают постоянное выполнение заданий, используемых для организации и активизации самостоятельной работы студентов.

Наряду с традиционными методами оценок и контроля знаний студентов (вопросы, задачи, учебные проблемы) все более широкое распространение получают задания в тестовой форме. Они отличаются объективностью измерения результатов обучения, поскольку ориентируются не на субъективное мнение преподавателей, а на объективные эмпирические критерии [13].

Задания в тестовой форме выгодно отличаются свойствами технологичности, эффективности, краткости, быстроты ответа, определенности меры трудности, лучшей понимаемости смысла заданий. Поэтому они все более широко стали применяться в текущем учебном процессе для эффективной организации самостоятельной работы.

Методика составления тестовых заданий включает следующие основные этапы

1. Отбор ключевых разделов учебного материала, подлежащих тестовому контролю и содержащих базовое знание дисциплины.

2. Выявление структурно-логических единиц содержания учебного материала, удовлетворяющих требованию значимости и способных стать предметом контроля знаний обучаемых по данной дисциплине.

3. Группировка тестовых заданий по уровням познавательного процесса и объему знаний, осваиваемых в этом процессе.

Контроль освоения учебного материала курса предусматривает разработку интерактивных тестов для промежуточного самоконтроля, контрольных вопросов для защиты каждого модуля, базы тестовых заданий для итогового тестирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков Ю.Б., Афанасьев Б.А., Третьяков А.Ф. Разработка и оформление учебных изданий: Метод. Рекомендации. – Под ред. Е.Г. Юдина. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 40 с.
2. *MIT Facts. MIT at a Glance.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.mit.edu/facts/faqs.html> (дата обращения 07.12.2013).
3. *Stanford Facts at a Glance.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://facts.stanford.edu/> (дата обращения 07.12.2013).
4. *About Berkeley. Student body.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.berkeley.edu/about/fact.shtml> (дата обращения 07.12.2013).
5. *Mathematics: The Language of Science.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/mathematics-the-language-of-science/> (дата обращения 07.12.2013).
6. Module 1: Units and Significant Figures. [Электронный ресурс]. – URL: [http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/introduction-to-mechanics/units-and-dimensional-analysis/MIT8\\_01SC\\_coursenotes01.pdf](http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-01sc-physics-i-classical-mechanics-fall-2010/introduction-to-mechanics/units-and-dimensional-analysis/MIT8_01SC_coursenotes01.pdf) (дата обращения 07.12.2013).
7. Fundamentals of Electrical Engineering/ *Course by: Don Johnson.* [Электронный ресурс]. – URL: <http://cnx.org/content/col10040/1.9> (дата обращения 07.12.2013).
8. Физические основы микро- и нанотехнологий: Учеб. пособие / С.П. Бычков, В.П. Михайлов, Ю.В. Панфилов, Ю.Б. Цветков; под ред. Ю.Б. Цветкова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. – 176 с.
9. Электронный учебник по курсу "Основы оптики"/Практические занятия/Приложение ПЗ. Арифметические операции над матрицами. [Электронный ресурс]. – URL: [http://aco.ifmo.ru/el\\_books/basics\\_optics/](http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/) (дата обращения 07.12.2013).
10. Уваров А. Ю. Педагогический дизайн // Информатика. 2003.-№ 30 [Электронный ресурс]. – URL: <http://umr.rcokoit.ru/dld/metodsupport/peddesign.pdf> (дата обращения 07.12.2013).
11. Паронджанов В.Д. Учебник XXI века: он может быть эффективнее в 8000 раз. [Электронный ресурс]. – URL: <http://upr.1september.ru/1999/upr36.htm> (дата обращения 07.12.2013).
12. Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума. – М.: Дело, 2001. – 372 с.
13. Макарова Е.А. Визуализация как способ структурирования знаний, формирования ментального пространства и развития интеллекта: Методическое пособие для преподавателей высших учебных заведений. – Таганрог.: НОУ ВПО ТИУиЭ, 2009.
14. Добряков А. А., Печников В. П. Высшие психические функции и функциональная структура гуманизованного образовательного стандарта (модели, методология, примеры) : Учебное пособие для слушателей факультета повышения квалификации преподавателей. – М. Логос. 2001.— 245 с.