

Балыбердин Юрий Александрович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

г. Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация: статья посвящена теме лабораторного практикума как неотъемлемой части учебного процесса вуза, которая требует инновационного подхода, в том числе в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: лабораторный практикум, цифровая дидактика, семантическая сеть, цифровое издание, дистанционные образовательные технологии.

Введение

В экспериментальных науках пытаются создать такие модели окружающего мира, которые могут использоваться обществом для своего прогресса. Открытие непознанного всегда было мощным стимулом отдельных людей, именно этот творческий поиск оставил в истории человечества плеяды имен великих первооткрывателей. Но в силу того, что современное состояние знаний еще не дало ответы на все волнующие человечество вопросы, а развитие общества невозможно без образованных ученых и инженеров, то возникает вопрос: «*Как организовать учебный процесс кафедры, чтобы транслировать студентам знания по Физике Химии, Конструированию и др. так, чтобы если не вырастить новых гениев, то, как минимум, сделать возможным для будущего инженера практически использовать полученные знания для решения проектных и конструкторских задач?*».

Было бы весьма хорошо силами вуза создать у студента желание учиться не «из-под палки», не потому что «так надо», а потому, что студент хотел повторить эксперименты великих ученых прошлого и современности и иденти-

фицироваться с их знаниями. И как знать, может семена естественно-научных знаний взойдут новыми открытиями и среди наших выпускников.

Развитие лабораторного практикума должно предполагать ответы на несколько типовых вопросов: Кого учим? Зачем учим? Чему учим? Как учим? В данной статье уделено внимание улучшению лабораторного практикума в части предъявления общих рекомендаций, чтобы путем совместного труда кафедры смогла прийти к некой технологии, используя которую автор после нескольких итераций мог бы создать неслучайное учебное издание, например, Методические указания по проведению лабораторной работы.

Цель лабораторного практикума

Лабораторная работа (ЛР) – это процесс решения экспериментальной задачи, т.е. задачи, требующей лабораторных измерений. ЛР включает в себя следующие этапы: 1) физический; 2) математический; 3) анализ результатов [3, с. 36].

То, что связано для студента с лабораторной работой можно разделить на следующие временные этапы:

- подготовка к лабораторной работе;
- проведение лабораторной работы;
- защита лабораторной работы;
- жизнь после лабораторной работы.

Лабораторная работа, как часть лабораторного практикума – это система, в которой прослеживаются следующие части:

- лабораторная установка (объекты измерения, измерительные приборы, вспомогательное оборудование и др.);
- методические указания по проведению ЛР;
- учебники, основной конспект, интернет и др. ресурсы для подготовки;
- подготовленный к проведению ЛР студент;
- конспект в журнале ЛР студента;
- лаборант обеспечивающий надежное функционирование оборудования;

- журнал для выставления оценок и сбора другой информации;
- преподаватель, отвечающий на вопросы студентов в процессе ЛР, а также принимающий защиту;
- система автоматизированного оценивания знаний в процессе самостоятельной работы студента (СРС) и при защите.

Каково системное свойство ЛР, т.е. свойство целого, не присущее ни одной из частей и какой цели необходимо достичь студенту в связи с ЛР? Цель кафедры состоит в том, чтобы обеспечить организованный процесс неслучайного практического познания студентом физических явлений и законов через реализуемую методику измерений ряда физических величин измерительными приборами с некоторой допустимой погрешностью. ЛР реализует некий прототип измерительной системы, а студент должен понять, как она работает, а также предположить, как он будет действовать при создании собственной измерительной системы в подобном или ином случае.

Что может говорить о том, что ЛР успешно проведена студентом, т.е. цель достигнута:

- выполнение общих требований лабораторного практикума;
- наличие журнала лабораторных работ;
- наличие аккуратного конспекта лабораторной работы;
- ЛР лично выполнена студентом;
- наличие протокола результатов измерений, графиков и вывода;
- погрешность измерений не превысила требуемых значений;
- наличие корректного и полного вывода к лабораторной работе;
- студент уяснил методику измерений и ее практическую реализацию;
- студент уяснил все задействованные измерительные приборы;
- студент дал ответы на основные и дополнительные вопросы преподавателя;
- студент готов в будущем узнать изученную измерительную систему и применить полученные знания и навыки в повседневной жизни, в т.ч. в процес-

се обучения на выпускающих кафедрах, когда сложность измерительных систем будет расти.

Как видно из этого списка, понять о достижении целей по факту не простая задача. Время на защиту ЛР не велико и некоторые не особо добросовестные студенты могут надеяться на «авось, его не спросят то, что он не знает». Потому, здесь напрашивается не напрягающая преподавателя система автоматизированной оценки знаний студента по всему материалу предстоящей ЛР полностью, а не выборочно, как обычно бывает. Такое тестирование может быть проведено в режиме СРС заранее дома, а также в процессе защиты, если позволяют возможности компьютерного обеспечения.

Типовая структура Методических указаний по выполнению лабораторных работ

Для каждой лабораторной работы или демонстрации создается описание, доступное в виде отдельного файла документа, например, PDF и в виде учебного материала для Системы дистанционного обучения (СДО), которая может реализовывать много более разнообразные функции, чем просто представить текстовый файл для прочтения.

Примерная типовая структура Методических указаний по выполнению лабораторных работ включает следующее:

- 1) аннотация (для кого предназначена, с каким разделом учебного курса связана, нормативное время освоения, требования к аппаратному (программному) обеспечению, другая методическая и иная информация);
- 2) цель и задачи изучения;
- 3) оглавление;
4. разделы:
 - 4.1. введение (история, предмет, актуальность, взаимосвязь с другими ЛР);
 - 4.2. теоретическая часть (текст, формулы, иллюстрации, таблицы, аудио, видео, анимационные фрагменты, компьютерные модели и др.);

4.3. практическая часть (описание лабораторной установки, методики измерений, порядок выполнения работы, формы протоколов результатов измерений и др.);

4.4. тестовые задания и контрольные вопросы (для входной оценки знаний, самопроверки, итоговой оценки знаний);

5) рекомендуемая литература, ссылки на другие лабораторные работы и ресурсы Интернета;

б) справочный раздел (например, толковый словарь, справочники; список сокращений и аббревиатур, формул, ключевых дат, персоналий, технических систем, в которых реализованы изучаемые в ЛР физические явления и т. д.);

7) задания для внеаудиторных и исследовательских работ.

Электронная и бумажная версия методических указаний

Каждая из форм носителя информации, будь то бумажная или электронная имеет свои преимущества и недостатки. При реализации обучения могут использоваться, как электронная, так и бумажная версия учебного материала или его части. Разумное сочетание размещения учебного содержания частично в бумажной, частично в электронной части учебного курса даст возможность наиболее полного охвата достоинств обоих способов обучения и удобства пользователя.

Следует также учитывать, что используя цифровой способ представления информации, автор не ограничен ни количеством листов, ни количеством цветов и др., т.к. в цифровой форме нет многих ограничений, свойственных бумажным изданиям, например по мультимедийности или интерактивности.

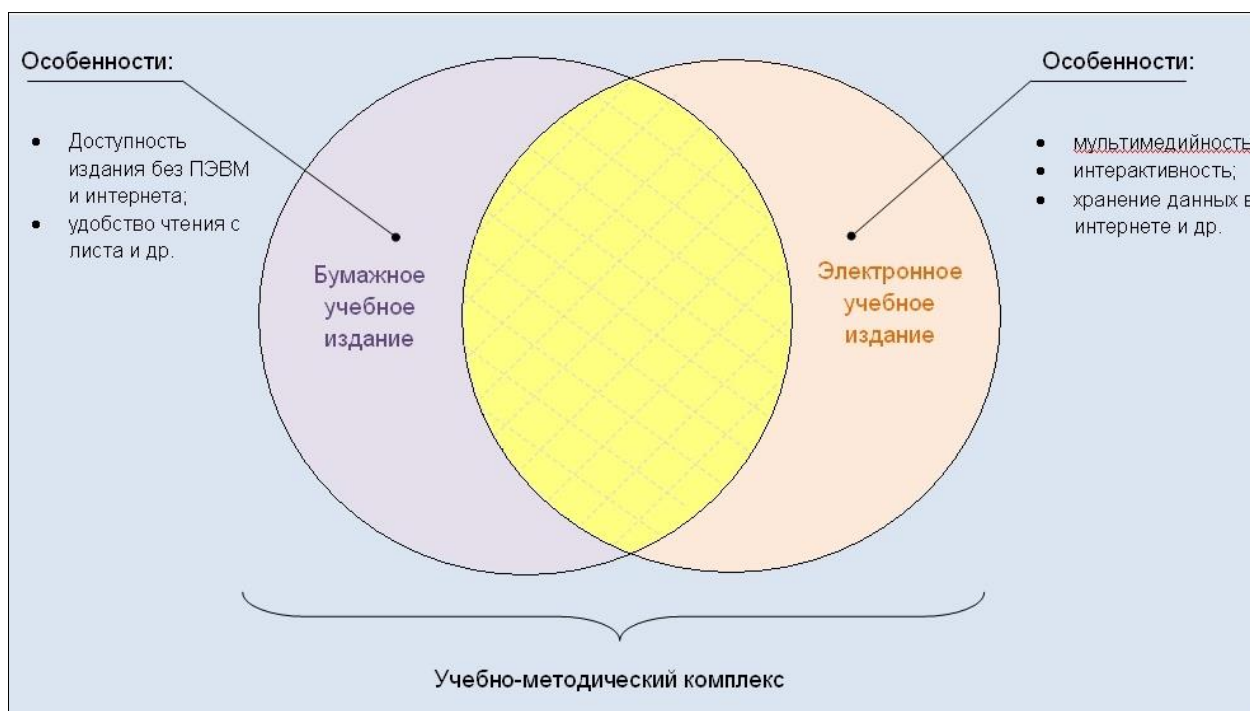


Рис. 1. Пересечение и объединение множеств возможностей бумажного и цифрового издания

Создание учебно-методического комплекса, включающего и бумажную и цифровую версию учебного материала видится наиболее предпочтительным.

Принципы создания учебных материалов

Интересную интерпретацию приобретают классические принципы дидактики с учетом цифровой трансформации.

Принцип систематичности и последовательности

Данный принцип предписывает, чтобы содержание обучения не противоречило объективным научным фактам, теориям, законам и соответствовало современному состоянию науки, технологии и общества. Учебное содержание и методы обучения должны создавать неслучайное целое такое, чтобы воздействия на обучающегося было бы наибольшими. Данный принцип предполагает преподавание и усвоение знаний в упорядоченности, в системе, он требует логического построения, как содержания, так и последовательности в процессе обучения. Требование систематичности и последовательности в обучении нацелено на сохранение преемственности содержательной и процессуальной сторон обучения, при которой каждое новое информационное сообщение – это логическое продолжение предыдущего, как по содержанию изучаемого учебно-

го материала, так и по характеру, способам выполняемой учебно-познавательной деятельности.

Необходимо использование единого профессионального толкового словаря для прояснения понятий. Устанавливаются внешние и внутренние связи между понятиями, теориями, законами, фактами. В каждом логическом разделе необходимо структурировать фрагменты учебного материала, определить учебные цели и задачи, установить содержательные центры, акцентировать главные понятия, идеи, изложить информацию в учебных материалах в строгой причинно-следственной связи. Учебные материалы должны иметь перекрестные ссылки как внутри себя, так и с иными учебными материалами для того, чтобы ускорить поиск и навигацию. Наиболее предпочтительной моделью представления знаний здесь видится семантическая сеть [2, с. 110].

Принцип целостности процесса обучения

Необходимо гармоническое единство рационального, сообщающего, поискового, содержательного и эмоционального компонентов в обучении. В силу разнообразия психотипов их видоизменения в процессе обучения, а также смещения психических акцентов и наличия циклов у различных обучающихся различных типов акцентировок при подаче учебного материала смогут сделать его употребление более адаптивным. И наоборот, акцент на какой-либо один, как правило, на рациональный компонент, создает затруднение для части аудитории.

Принцип наглядности

Эффективность обучения во многом зависит от целесообразного привлечения органов чувств к восприятию и переработке учебного материала. Это «золотое правило» дидактики сформулировал еще Я.А. Коменский. В процессе обучения ученикам надо дать возможность наблюдать, измерять, проводить опыты, практически работать – через это вести к более абстрактному знанию. Если нет возможности дать реальные предметы на всех этапах педагогического процесса, используются наглядные средства: модели, рисунки, лабораторное оборудование и пр. Использование наглядности должно быть в той мере, в ка-

кой она способствует формированию знаний и умений, развитию мышления. Демонстрация и работа с предметами должны вести к очередной ступени развития, стимулировать переход от конкретно-образного и наглядно-действенного мышления к абстрактному, словесно-логическому [1, с. 6]. Иллюстрации (фото, схемы, графики) должны быть связаны с текстом так, чтобы они поясняли друг друга, создавая восприятие целого.

Для обеспечения принципа наглядности характерно:

– использование оптимальных для зрителя угловых размеров для любого знака, в т.ч. буквы, рисунка, видео и др.

– использование достаточно контрастных сочетаний основного текста и фона, не утомляющего читателя;

– использование возможностей оформления для фокусирования внимания пользователя на доминанте предъявляемой страницы, рисунка, схемы и пр.

– избегание подачи материала только в виде текста, иллюстрация текста рисунками, схемами, таблицами и пр. элементами структурирования визуального пространства;

– использование стилового оформления текста;

– использование пиктограмм и другой мнемоники для улучшения навигации по многостраничным материалам и создания визуальных смысловых «якорей»;

– использование мультимедийных и интерактивных учебных материалов;

– использование смысловых карт, предметных онтологий, семантических сетей для визуализации знаний;

– Представление графической информации в аксонометрической проекции, в стереорежиме, а также в среде виртуальной и дополненной реальности.

Недопустимы иллюстрации низкого качества, неоднозначно читаемые или с браком. Мультимедийность и полисенсорность подачи учебных материалов могут считаться наиболее эффективными, но, в то же время, наиболее сложными и дорогостоящими при создании компонентами.

Принцип связи обучения с практикой

Данный принцип предусматривает, чтобы обучение стимулировало учеников использовать полученные знания в решении практических задач, анализировать и преобразовывать окружающую действительность к лучшему. Для этого используются анализ примеров и ситуаций из реальной жизни, отсылки к реальным историческим фактам и открытиям, ознакомление учащихся с производством, общественными институтами, краеведческим, музейным материалами и т. п. Рекомендуется создание учебных материалов, раскрывающих современные достижения мировой и российской науки. Недопустимо, чтобы лабораторное оборудование выглядело как ветхо-забытая музейная архаика.

Одним из значимых каналов реализации принципа связи обучения с практикой и с жизнью является активное подключение учащихся к полезной деятельности в учебном заведении и за его пределами, к использованию окружающей действительности и как источника знаний, и как области их практического применения, вовлечение обучающихся в посильную трудовую, научную (в т.ч. УИРС) и другую деятельность. Лабораторные работы должны быть спроектированы и проведены так, чтобы у обучающегося была твердая уверенность, что он получил актуальные и полезные знания и навыки, а не отбывал не желаемую трудовую повинность.

Принцип сознательности и активности учащихся в обучении

Обучение наиболее эффективно тогда, когда ученики проявляют познавательную активность, являются субъектами деятельности, включаются в процесс самостоятельного добывания знаний. Это выражается в формировании рефлексивной самоорганизации, которая заключается в том, что учащиеся осознают цели учения, планируют и организуют свою работу, умеют себя проверить и скорректировать, проявляют интерес к знаниям, ставят проблемы и умеют искать их решения и др. Учащиеся должны осознавать личностную значимость учения и владеть приемами учебной работы, умениями оперирования знаниями в вариативных ситуациях учебной и практической деятельности.

Принцип доступности

Данный принцип требует учета особенностей развития, анализа материала с точки зрения реальных возможностей учащихся и такой организации обучения, чтобы они не испытывали непреодолимых интеллектуальных, моральных, физических перегрузок. Учебный материал, не соответствующий возможностям учащегося вызывает быстрое утомление, снижение мотивационного настроения на учение, ослабевает волевое усилие и как следствие – падает работоспособность. С другой стороны, излишнее упрощение учебного материала, системы заданий приводит к падению интереса учащихся к учению, искусственно тормозит развитие более одаренных учащихся. Доступность можно усилить, если создать или использовать учебные видеофильмы на темы работ лабораторного практикума. Приобретение знаний, навыков и опыта – это процессы, требующие от обучающегося высокой и длительной фокусировки внимания на изучаемом предмете. В силу того, что даже хорошо интеллектуально тренированные лица существенно расфокусируют собственное внимание уже после ~ 45–60 минут непрерывных занятий, то автору, исходя из этого, следует не только оптимально делить материал на части, но и периодически сознательно переключать внимание студента на смежные темы, вызывающие позитивный эмоциональный заряд, чтобы избежать рисков интеллектуального и эмоционального переутомления для неусидчивых студентов. Адаптивность учебного материала уровню возможностей обучающегося может быть реализована введением уровня сложности учебного материала (низкий, средний, высокий) с указанием минимальных требований для того, чтобы приступить к обучению. Таким образом, просматривается вариативность учебных материалов для различных уровней возможности обучающихся.

Принцип прочности

Данный принцип требует, чтобы знания прочно закреплялись в памяти учеников, стали бы частью их сознания, основой привычек и поведения. Для этого необходимо понимать и учитывать механизмы человеческой памяти и языка, как при проектировании учебных материалов, так и в процессе их использования в отношении обучающихся. Принцип прочности в первую очередь

связывается со смысловой памятью, на основе которой в обучении ранее усвоенные знания, навыки и умения вводятся в структуру личного опыта обучающегося, а также с самостоятельным добыванием знаний, которые прочно оседают в сознании и постепенно переходят в убеждения.

Кроме того, запоминание и воспроизведение зависят не только от самого материала, но и от отношения к нему обучающегося. Поэтому для прочного усвоения требуется сформировать позитивное отношение, интерес к изучаемому материалу, интеллектуальную и познавательную активность.

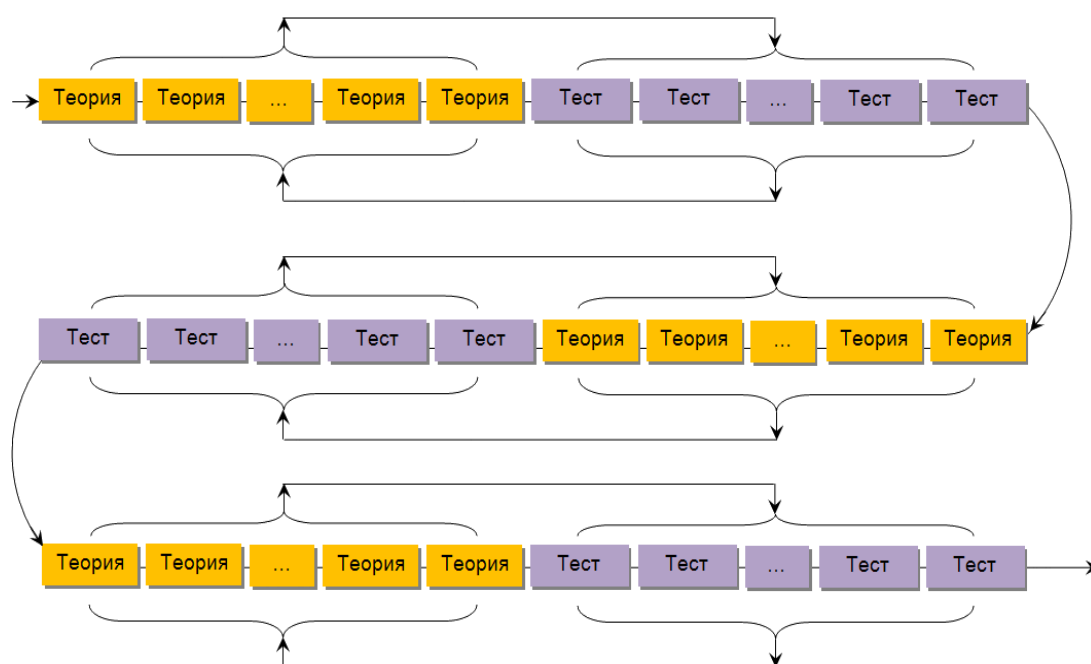


Рис. 2. Последовательность страниц учебного материала

Написание учебно-методическим материалов должно предусматривать сочинение тестовых заданий в объеме необходимом и достаточном для проведения оценки обучающегося на занятиях и его самооценки дома в режиме СРС.

Принцип цифровизации

Наличие цифровой рукописи и других объектов в цифровой форме в интернете и (или) на компьютере (смартфоне) ускоряет процесс разработки учебных материалов, а после их публикации повышает доступность готового учебного материала. Наличие гиперссылок ускоряет навигацию обучающегося по смысловым фрагментам, как отдельного учебного материала, так и раздела или учебной дисциплины в целом.

Наличие QR-кодов во фрагментах бумажных изданий и маркировка частей лабораторных установок в учебных аудиториях позволяет быстро связать мир реальных объектов и их цифровых двойников.

Наличие процедур автоматизированного тестирования позволит преподавателю, как минимум, экономить время при процедурах сплошного оценивания (зачастую невозможных из-за ограниченности занятий по времени) и контролировать время СРС и результат студента при подготовке к занятию или защите лабораторной работы.

Словарь терминов и определений

Все термины должны быть определены с учетом трапеции лексического значения слов. Трапеция лексического значения была предложена учениками В.А. Белошапковой [4]. За основу ею был взят семантический треугольник Огдена-Ричардса (1923г.), который был далее модифицирован в трапецию с вершинами:

1. «знак» (внешний, материальный знак) – представляет слово в устной или письменной речи, звуковая или графическая оболочка слова.

1'. «внутренний знак» – психический образ звучащего или написанного слова, его аналог во «внутренней речи».

2. «значение» (лексическое значение) – специфически языковое отражение предмета, его краткая характеристика.

3. «понятие» – отражение всех существенных с точки зрения общественной практики признаков и свойств предмета, итог его познания.

4. «предмет» – это сегмент, кусочек действительности.



Рис. 4. Пример заполнения лексической трапеции

В связи с этим в авторских учебных материалах необходимо и достаточно множество понятий, введенных для описания предметной области по количеству и качеству («ортогональность»), необходимо раскрытие понятий предметной области, адекватное целевой аудитории (адекватность аудитории), необходима последовательность раскрытия смысла каждого перехода $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ и наоборот $4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, а также требование обучающемуся проговаривать основные понятия, их имена, определения, теоремы, законы и др. вслух.

Экспертиза готовности авторского материала

Для понимания степени зрелости любого сложного нечто, в т.ч. учебного лабораторного практикума и учебных материалов к нему, изначально используется оценка по качественной шкале.

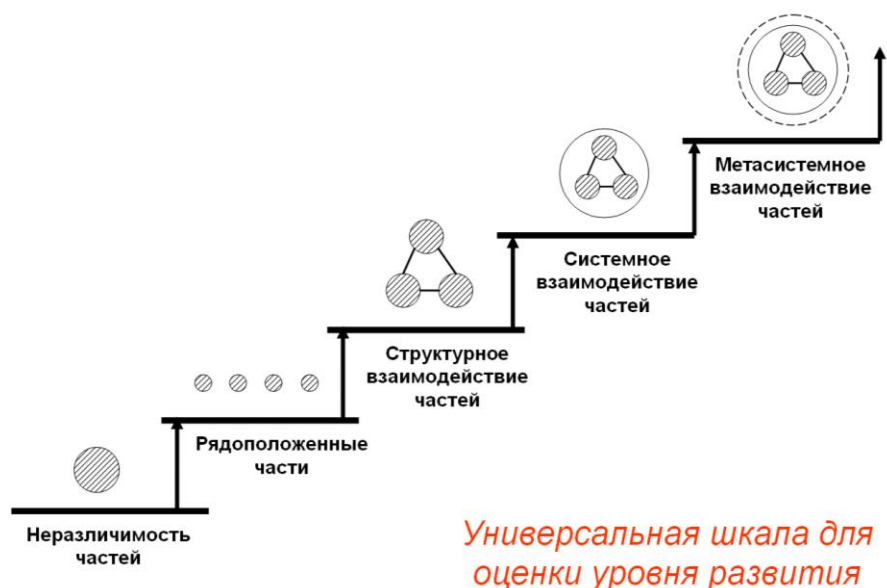


Рис. 5. Универсальная шкала оценивания

Для формирования более детальной оценки можно использовать бальную экспертную оценку по приведенным ранее принципам создания учебных материалов. В процессе содержательной экспертизы учебных изданий может потребоваться функции арбитража, т.к. не всегда стороны могут прийти к единому решению.

Выводы

В силу того, что высшее образование должно соответствовать требованиям системности, а это требует усилий максимального типа, то разработка учебных изданий 21 века – это процесс, требующий системного подхода всех его участников, а также неслучайных требований и технологии деятельности, частично раскрытых в данной публикации. Приведенные наработки отражают 5-летний опыт коллектива авторов по выработке общих требований при создании учебных изданий, соответствующих требованиям «дидактики 21 века».

Список литературы

1. Анисимов О.С. «Дидактика» Я.А. Коменского / О.С. Анисимов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metodologika.ru/node/333> (дата обращения: 07.11.2022).

2. Балыбердин Ю.А. Онтологическое моделирование предметных областей знаний в вузах, конструкторских бюро и научно-исследовательских институтах / Ю.А. Балыбердин // XLVI Академические чтения по космонавтике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://korolev.bmstu.press/preprints/1860/> (дата обращения 07.11.2022).

3. Беликов Б.С. Самостоятельная работа студента по физике: методические указания / Б.С. Беликов. – М.: Изд-во МАИ, 1986. – 50 с.

4. Белошапкова В.А. Современный русский язык / В.А. Белошапкова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1989.