Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

И.В. Галузо

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ

Монография

Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2019

Репозиторий ВГУ

УДК [371.315+378.147]-057.87:004.4
ББК 74.026.843+32.972
Г16

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 27.02.2019 г.

Одобрено научно-техническим советом ВГУ имени П.М. Машерова. Протокол № 3 от 05.03.2019 г.

Автор: доцент кафедры инженерной физики ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат педагогических наук **И.В. Галузо**

Р е ц е н з е н т ы :
доцент кафедры информатики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат физико-математических наук *Т.Г. Алейникова;* профессор кафедры геометрии и математического анализа ВГУ имени П.М. Машерова, доктор физико-математических наук *Ю.В. Трубников;*, доцент кафедры педагогики ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат педагогических наук *М.В. Макрицкий*

Галузо, И.В.
Г16 Электронное обучение студентов и школьников : монография / И.В. Галузо. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2019. – 306 с.

ISBN 978-985-517-701-3.

В данной монографии рассматриваются теоретические и практические элементы технологии электронного обучения. Предложенная технология за счёт создания мобильной информационно-образовательной среды, базирующейся на современных информационных и телекоммуникационных технологиях, позволяет обеспечить принципиально новый уровень доступности образования при сохранении его качества.

Издание основано на более чем 20-летнем опыте работы автора по применению электронных средств обучения в учебном процессе. Содержание практически всех разделов базируется на авторских публикациях, вышедших в разное время и в различных изданиях. Завершается работа списком авторских публикаций, связанных с электронным обучением, что может вызвать определённый интерес у читателя.

Монография предназначена преподавателям, учителям, студентам и энтузиастам практической реализации электронного обучения.

УДК [371.315+378.147]-057.87:004.4
ББК 74.026.843+32.972

ISBN 978-985-517-701-3

© Галузо И.В., 2019
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2019

Репозиторий ВГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..…… 5

РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ MOODLE …….. 7

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ 8

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE В РИСУНКАХ И СХЕМАХ ……...…… 11

1. Создание глоссария ……...…….. 12

2. Элемент курса «Лекция» ……..... 21

3. Обучающе-корректирующие тесты ……...…… 27

КОНТЕНТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДЕ MOODLE ……..... 40

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНТЕРАКТИВНОМ ИЗУЧЕНИИ ОПТИКИ В ВУЗЕ ……...……..… 41

РАЗДЕЛ 2. ПРИМЕНЕНИЕ QR-КОДОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ …….…… 43

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О QR-КОДАХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ……... 44

ПРАКТИКА ВЫБОРА И УСТАНОВКИ СКАНЕРА QR-КОДОВ, МЕТОДИКА ОНЛАЙН СОЗДАНИЯ QR-КОДОВ ……. 55

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К ДЕМОНСТРАЦИОННОМУ ЭКСПЕРИМЕНТУ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QR-КОДОВ (7–11 КЛАССЫ) ……. 62

7 класс ……..... 66

8 класс ……..... 77

9 класс ……..... 93

10 класс ……. 103

11 класс ……. 119

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ С ОПОРОЙ НА ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ПОСРЕДСТВОМ QR-КОДОВ …….. 136

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С QR-КОДАМИ ……. 142

РАЗДЕЛ 3. ПРОЕКТЫ ОСОБЕННОСТЕЙ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И QR-КОДОВ 256

ПОНЯТИЯ О ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЯХ 257

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ШКОЛЬНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ …… 264

Репозиторий ВГУ

РАЗДЕЛ 4. КОМПЕТЕНЦИИ, КОМПЕТЕНТНОСТЬ, КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД …… 274

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ АСТРОНОМИИ …….. 275

1. Тенденция в современном образовании, направленная на сформированность компетенций, – требование не уникальное, а всеобщее …….. 275

2. Учебные астрономические эксперименты как компетентностно-ориентированные задания …… 276

3. Компетентность, компетенции и компетентностный подход: сущность понятий …….. 279

4. Образовательные компетенции …….. 280

5. Компетентностный подход в преподавании астрономии ……... 287

6. Примерный перечень компетенций предмета «Астрономия» …… 289

7. Методика формирования компетентностного подхода в астрономии ……... 294

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……... 300

СПИСОК АВТОРСКИХ ПУБЛИКАЦИЙ И.В. ГАЛУЗО ……... 302

Репозиторий ВГУ

ВВЕДЕНИЕ

При различиях в технологиях, методиках и особенностях подходов так или иначе все решения электронного обучения имеют своей целью обучение людей. Причём решение о внедрении тоже принимается разными людьми (включая организаторов и конкретных участников процессов), люди внедряют технологии и их реализуют, обеспечивают поддержку, отслеживают результаты и оценивают эффективность. Не пассивными участниками обучающих процессов выступают студенты и школьники. Естественно, всё вышеперечисленное верно практически для всех сфер жизни. Сколь бы ни было всё это очевидным, следует обращать внимание именно на человеческий фактор. Речь идёт о корпоративном обучении, о влиянии человеческого фактора, которые необходимо комплексно оценивать исходя из различных позиций.

Сравнительно недавно реальной альтернативой этому стало развитие системы дистанционного образования (СДО). Создание мобильной информационно-образовательной среды, базирующейся на современных информационных и телекоммуникационных технологиях (в частности на платформе MOODLE), позволило Витебскому государственному университету имени П.М. Машерова обеспечить принципиально новый уровень доступности образования при сохранении его качества. До некоторого времени дистанционное образование часто связывали с замкнутой системой обучения.

Одной из наиболее активно развивающихся фаз системы дистанционного образования в последние годы стало слияние обучения с использованием глобальной сети INTERNET. Благодаря этому *дистанционное образование* непроизвольно трансформировалось (практически сохранив свою аббревиатуру) в *дистанционное обучение* (ДО). Представления и мнения о целесообразности такой формы обучения бытуют самые различные, а часто и совершенно противоположные. Ведь ещё недавно считалось нормальным использование практически любой методики обучения, при которой хотя бы часть материалов выдавалась на руки для самостоятельного изучения. Особой роли не играл и носитель информации: бумажный или магнитный, на оптическом диске, на флеш-носителях, на серверах и на так называемых электронных облаках.

Занимающее по форме промежуточное положение между очным и заочным дистанционное обучение есть явление совершенно особое, не сводимое к первым двум. Специально разработанная оболочка

Репозиторий ВГУ

должна предлагать полный набор инструментов, позволяющих обучать индивидуально, обеспечивать всю информационную поддержку в соответствии с учебными планами, тестирование и самотестирование, систему итоговых контрольных мероприятий и т.п.

Главная характеристика дистанционного обучения – все субъекты (участники) совместного дистанционного учебного процесса, независимо от их пространственного и временного присутствия, приобретают свою систему знаний, умений и навыков, личностных качеств, являющихся новыми для него по отношению к уже имеющимся.

В качестве технических средств обучения преподавателя и учащихся бурно развиваются малогабаритные современные устройства (гаджеты) – мобильные телефоны и планшеты, позволяющие оперативно получить целенаправленную информацию. Главнейшая роль в данном процессе принадлежит в отборе контента информации для обучаемых.

Автор выражает признательность коллегам, учителям и студентам, которые приняли участие при подготовке некоторых научных публикаций, что отразилось в работе и практической апробации собранных педагогических идей, внесенных в монографию.

Инициатором написания данного издания является проректор по учебной работе ВГУ имени П.М. Машерова кандидат педагогических наук Веслав Иосифович Турковский.

Репозиторий ВГУ

РАЗДЕЛ 1

Система дистанционного образования MOODLE

Рассматриваются понятия о мультимедийных технологиях, раскрывается сущность системы дистанционного обучения MOODLE. Приводятся в серии рисунков примеры создания в MOODLE глоссария, интерактивной лекции и обучающе-корректирующих тестов. Даются рекомендации по созданию алгоритма вариативного контента дистанционного обучения школьников (на примере физики) и технологии интерактивного изучения предмета «Оптика» для вузовского курса.

Репозиторий ВГУ

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Аудио- и видеотехника в настоящее время приобрела исключительно широкое распространение. Компьютеризация различных сфер жизнедеятельности также связана с успехами техники записи электрических сигналов. Происходит бурное развитие этой отрасли техники. За последние годы в технике аудиовидеозаписи и воспроизведения произошли существенные изменения: наряду со значительным увеличением объёмов и числа моделей появилось поколение аппаратуры, использующей цифровые методы обработки сигналов, что позволило значительно улучшить объективные характеристики качества звучания и получаемого изображения.

Практика показывает, что большинству пользователей современной аудио- и видеотехники неизвестны общие принципы записи и воспроизведения информации с помощью современных технологий. Круг понятий, обозначений и терминов, связанных с современной аудиотехникой, настолько широк, что оперирование ими может вызвать определённые затруднения и у читателя, знакомого с некоторыми образцами современных устройств. Дело осложняется ещё и тем, что большинство этих устройств имеет иностранное происхождение. Поэтому особое внимание следует уделять рассмотрению новых понятий, терминов и устройств, касающихся современной аудио- и видеотехники.

По-настоящему внедрять современные материально-технические средства обучения в практику учебно-воспитательного процесса можно лишь тогда, когда каждый учитель будет знать принципы их действия и уметь самостоятельно работать с ними. Благодаря знанию общих принципов устройства и действия современной аудио- и видеотехники педагогу будет проще разобраться с инструкциями-руководствами, прилагаемыми к приобретённым новым средствам обучения.

Учебно-воспитательный процесс в самых различных типах учебных заведений всегда в той или иной мере был связан с использованием различного рода технических средств обучения (диапроекторов, телевизоров, кинопроекторов, тренажёров, лингафонных устройств и т.д.) и соответствующих этим устройствам носителей учебной информации (слайдов, кинофильмов, магнитофонных лент).

Образование второго тысячелетия превращается в материальный фактор развития общества, обеспечивающий реальные возможности его трансформации. Универсальная модель образования характеризу-

Репозиторий ВГУ

ется тем, что центр тяжести в общеобразовательном процессе переносится с трансляции знаний на процесс усвоения механизмов их приобретения. Немаловажную роль в этом процессе выполняют *материально-технические средства обучения*. Данный термин пришёл на смену широко используемого ранее понятия «технические средства обучения». В более строгом определении *под материально-техническим средством обучения (МТСО) понимают механическое, электрическое, электронное или иное средство, орудие педагогической деятельности, с помощью которого реализуются поставленные цели обучения.*

Современные информационные технологии и средства обучения, будучи представлены высококвалифицированному учителю, глубоко знающему свой предмет и в совершенстве владеющему как методикой преподавания своего предмета, так и методикой применения материально-технических средств обучения, позволят обеспечить:

– полноту и точность предлагаемой учащимся информации об изучаемых процессах, явлениях и объектах материального мира;

– увеличение наглядности материала при подаче его на каналы восприятия информации человеком и, как следствие этого, сделать доступным для учащихся такой материал, который при обычных способах изложения малодоступен;

– интенсификацию и эффективность учебного процесса средствами программного обучения и контроля, а благодаря этому увеличить темп изложения учебного материала;

– повышение интереса к изучению и активизацию познавательной деятельности учащихся;

– стимулирование самостоятельной работы учащихся по усвоению нового материала;

– оказание помощи учителям при подготовке к занятиям; освободить учителей от части технической работы и переключить сэкономленное время на их творческую деятельность.

Развитие электронно-вычислительной техники, телекоммуникаций и видеотехники уже сейчас вносит значительные изменения в структуру учебно-воспитательного процесса. С помощью мультимедиа-технологии ученики не просто наблюдают и слушают – они становятся участниками событий, могут изменять их.

Использование систем телекоммуникаций в соединении с видеозаписью позволяет преподавателям оперативно получать любую информацию – учебную, методическую, научную.

Учителя могут не только записывать необходимые передачи и сюжеты, монтировать их для своих целей, приспосабливать материал

Репозиторий ВГУ

к конкретным ситуациям, но и получать по сети Интернет материал из банков данных.

Ассортимент средств обучения непрерывно расширяется, быстро меняются их технико-экономические характеристики. Появление каждого нового или существенное усовершенствование ранее применявшегося средства заставляет пересматривать сферу, методы и формы использования других. В связи с этим обращает на себя внимание увеличивающийся разрыв между темпами создания новых технических средств для хранения, передачи и обработки информации и темпами внедрения технических новшеств в обучение. В учебных заведениях нередко соседствуют аппараты старого типа («старого поколения») и новейшее оборудование. Педагоги-практики едва успевают найти эффективные методы и формы применения аппаратов предыдущего поколения, когда требования к организации учебного процесса выдвигают задачу освоения новых технических средств. При использовании средств обучения в учебно-воспитательном процессе всегда первой проблемой является освоение процесса управления этими средствами самим учителем (подготовка к работе, включение–выключение, обслуживание), а второй проблемой – и самой серьёзной – освоение методики применения в обучении.

В последующих главах рассматриваются современные и перспективные модели аудио- и видеотехники, которые пока ещё робко проникают в учебный процесс. Существует уверенность, что новейшие технологии и оборудование займут достойное место в обеспечении учебно-воспитательного процесса, а к этому необходимо готовиться заранее.

Было бы ошибкой думать, что применение средств обучения может сразу существенно повлиять на качество знаний учащихся. *Новые средства обучения – это лишь специфические орудия педагогического труда, умножающие возможности учителя в изложении учебного материала*.

Кроме того, применение материально-технических средств обучения не принесёт экономии средств, затрачиваемых на организацию учебного процесса, а наоборот, потребует дополнительных и иногда довольно значительных расходов. Это связано с её квалифицированным обслуживанием, ремонтом и обеспечением расходными материалами. Известно, что когда-то для фотоаппарата необходимо было приобретать фотоплёнку и производить затраты на её проявление и печатание фотоснимков. Точно так же для видеокамеры или видеомагнитофона требовались кассеты с лентой, а также ряд дополнительных аксессуаров. Не следует при этом забывать, что рынок этой сложной и дорого-

Репозиторий ВГУ

стоящей техники постоянно обновляется, модифицируется и зачастую существенно снижается в стоимости, а подобная техника, имеющаяся в учебных заведениях, устаревает катастрофическими темпами.

Галузо, И.В. Мультимедийные технологии в учебном процессе: курс лекций / И.В. Галузо. – Витебск: Издательство ВГУ имени П.М. Машерова, 2003. – 132 с.
https://drive.google.com/open?id=1eE6_qDK3LNDXdOHGq-YdJcfwlZ3

Целью настоящего издания является оперативное обеспечение учебного процесса слушателей курсов повышения квалификации специалистов образования и студентов педагогических специальностей вузов по вопросам, касающимся современных средств обучения и методики их применения в учебном процессе. Несмотря на то, что курс лекций примечателен в историческом аспекте, но и в нынешних условиях активно прослеживаются перспективы развития реальной мультимедийной техники.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE В РИСУНКАХ И СХЕМАХ

MOODLE – система дистанционного обучения, включающая в себя средства для разработки дистанционных курсов.

Аббревиатура MOODLE образована из начальных букв названия: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (*модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда*). Кроме того, название MOODLE было выбрано вследствие того, что оказалось свободным соответствующее доменное имя.

В русскоязычном произношении употребляются также названия «Мудл» и «Моодус», чтобы сохранить аббревиатуру перевода с англоязычного: модульная объектно-ориентированная динамическая управляющая среда.

Разработка системы дистанционного обучения MOODLE имеет начало с 1999 года (с 2001 года в текущей архитектуре). Начальная версия системы дистанционного обучения MOODLE – 2.0. Версия 2.0 системы дистанционного обучения MOODLE выпущена в ноябре 2010 года. Интерфейс системы дистанционного обучения MOODLE переведён на 82 языка и используется почти в более чем 200 странах мира. На сегодняшний день система дистанционного обучения MOODLE является самой распространённой системой дистанционного обучения с самым большим количеством пользователей и разработчиков курсов.

Репозиторий ВГУ

Основным преимуществом системы дистанционного обучения MOODLE является возможность её бесплатного использования. При этом функциональность данной системы дистанционного обучения не уступает коммерческим аналогам.

Главнейшие возможности MOODLE: система реализует философию педагогики социального конструкционизма, то есть сотрудничество, действия, критическое осмысление; подходит для организации online-классов, а также для традиционного обучения; большинство страниц могут быть отредактированы с помощью встроенного редактора; лёгкость инсталляции, а также обновления при переходе на новые версии.

Электронный формат позволяет использовать в качестве «учебника» не только текст, но и интерактивные ресурсы любого формата – от статьи в Википедии до видеоролика на YouTube. Все материалы курса хранятся в системе, их можно организовать с помощью ярлыков, тегов или гипертекстовых ссылок.

Благодаря тому, что доступ к MOODLE осуществляется через Интернет или другие сети, обучаемые не привязаны к конкретному месту и времени, могут двигаться по материалу в собственном темпе.

1. Создание глоссария

При чтении литературы неизбежно обнаруживаются новые термины и понятия. Кроме того, идёт постоянный процесс обновления и обогащения терминологического и понятийного аппарата любой научной дисциплины.

Вхождение нового понятия в научный аппарат не всегда быстрый процесс. Его успешность зависит от настойчивости авторов, степени толерантности большинства авторитетных членов научно-педагогического сообщества, от скорости формирования мнения не только учёных, но и руководителей образования, учителей-практиков и средств массмедиа. Например, именно благодаря педагогической публицистике быстро стали популярными такие понятия, как «педагогика сотрудничества», «личностно ориентированное обучение» и ряд других подобных. Хотя на начальном этапе это были лишь понятия в узко специализированных научных работах.

С другой стороны, применение чуждых терминов настолько засоряет язык обыденного общения и конкретной науки, что может либо придать иной смысл употребляемым понятиям, либо исказить их собственную сущность.

Часто вместо обычного слова «учитель» слышится слово «тьютор». Это слово пришло к нам с английского, что означает

Репозиторий ВГУ

«наставник, репетитор, опекун». Причём «тьютор» употребляется в переводах материалов, связанных с компьютерным обеспечением учебного процесса, как учитель-консультант или координатор. Его цель – создать образовательную среду, которая позволит ученику максимально самостоятельно получать знания и навыки, обучаясь в удобном для него режиме, в том числе в рамках урока. Одновременно «тьютор» помогает эффективно использовать учебные материалы и интернет. Поэтому вызывает сомнение стремление в ряде наук ввести новые понятия, терминологически обозначаемые на иностранном языке, преимущественно на английском. В информатике, искусстве, рекламе и некоторых других отраслях научного знания это, может быть, и оправдано. Но в дисциплинах учебного плана вряд ли уместно.

Для выработки у студентов и учеников строгого и чёткого понимания терминологических понятий служат различные словари, глоссарии, справочники, энциклопедии. СДО MOODLE предоставляет возможность создать электронный глоссарий трёх типов:

– *глобальный* (задаётся администратором сайта);

– *главный* глоссарий (обычно располагается в информационном разделе определённой дисциплины и создаётся преподавателем курса);

– *вторичный* глоссарий (как правило, это словарь тематический, его могут дополнять преподаватели и слушатели, записанные на курс, то есть студенты или лаборанты).

Глобальные глоссарии могут быть частью любого курса или главной страницы сайта. Глобальным может быть назначен только главный глоссарий любого курса, при этом в курс, где расположен глоссарий, могут вноситься преподавателем записи. Отличие от главного глоссария состоит в том, что записи глобального глоссария могут быть использованы по всему сайту, а не только в курсе, в котором находится глоссарий.

Добавлять записи в главный глоссарий могут только преподаватели курса, в курсе может быть только один главный глоссарий, а вторичных – по мере необходимости.

Итак, что такое глоссарий в MOODLE? Это словарь терминов с определениями. Если термин, описанный в данном словаре, попадается в тексте материала курса, то он автоматически станет ссылкой. Эта ссылка ведёт на определение термина. Таким образом, студенту не нужно перелистывать весь курс, чтобы найти подзабытое определение.

Репозиторий ВГУ

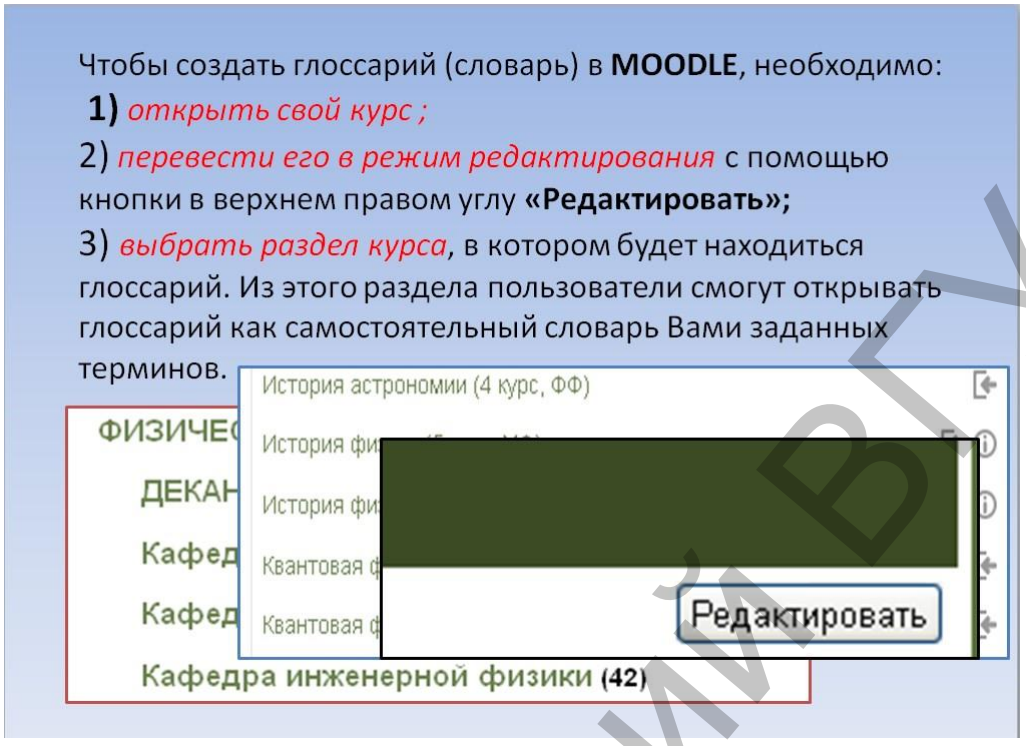


Рис. 1. **Начало создания глоссария**

Последовательность создания электронного глоссария представлена серией слайдов (рис. 1–12).

Рис. 2. **Открытие выпадающего списка элементов и ресурсов курса**

Репозиторий ВГУ

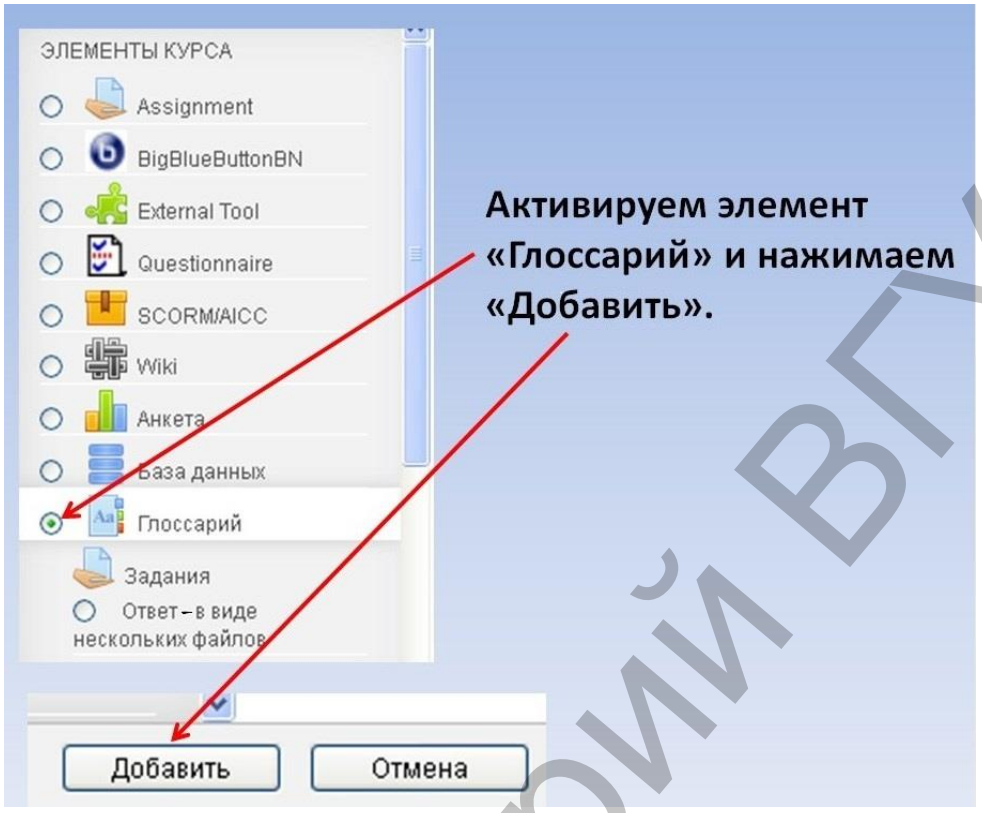


Рис. 3. **Активация элемента курса**

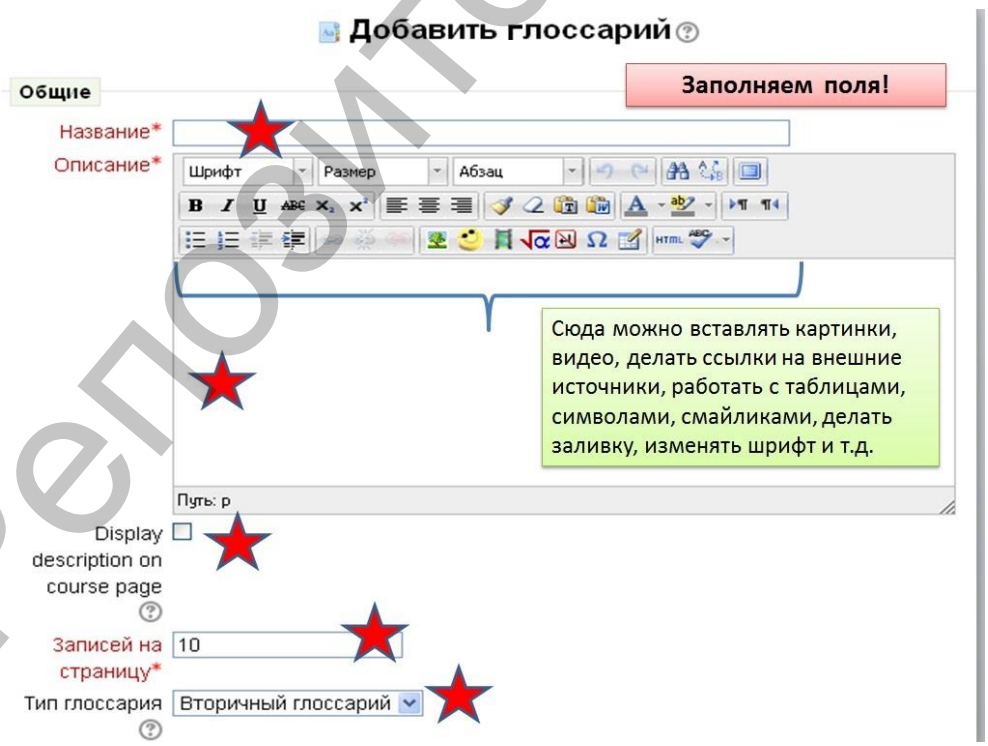


Рис. 4. **Верхняя часть полей для настройки глоссария**

Репозиторий ВГУ

Примечание. Звёздочки указывают места для заполнения или выбора нужного. В описании следует использовать панель инструментов для изменения цвета и размера шрифта.

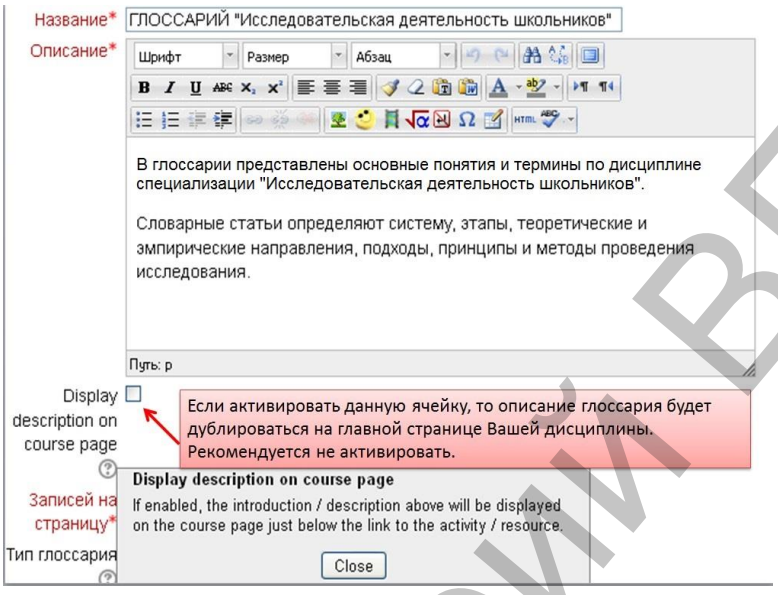


Рис. 5. **Пример заполнения названия глоссария и его описания**

Примечание. Необходимо обратить внимание на ячейку с записью «Display description». Её можно активировать для глобального и главного глоссариев.

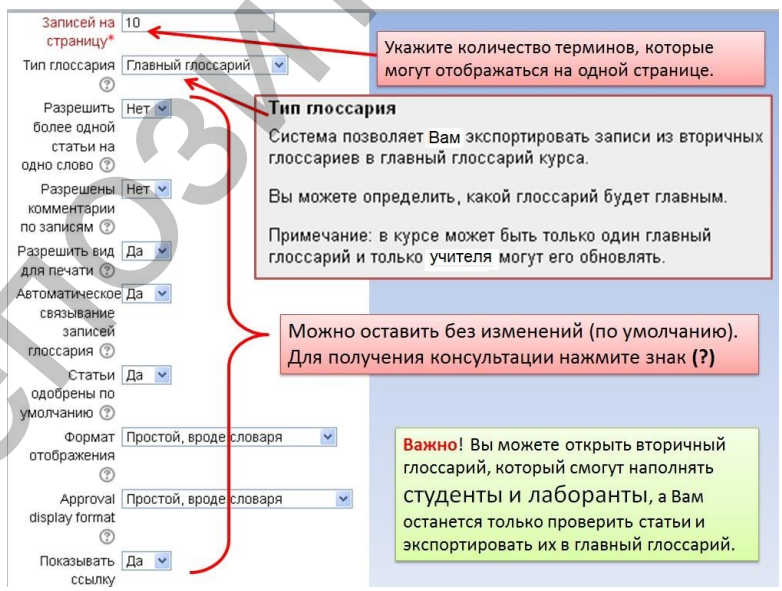


Рис. 6. **Заполнение настроек главного глоссария**

Примечание. Выбран формат отображения статей в виде обыкновенного словаря.

Репозиторий ВГУ

Справка. Глоссарий в системе MOODLE – это электронный аналог справочника специальных терминов, словаря. Но в отличие от «бумажного» словаря глоссарий MOODLE может последовательно создаваться студентами в течение всего периода обучения. Узнав о новом понятии или получив задание на его создание, студент формирует словарную статью, определяет и описывает это понятие, термин. Другие студенты курса могут прокомментировать статью, предложить свои варианты определения. Глоссарий – удобный способ представлять дефиниции, которые будут связаны со всем контентом курса.

Для этого в настройках глоссария нужно активировать опции «Разрешить комментарии», «Редактировать можно всегда» – установить в ячейках слово «Да».

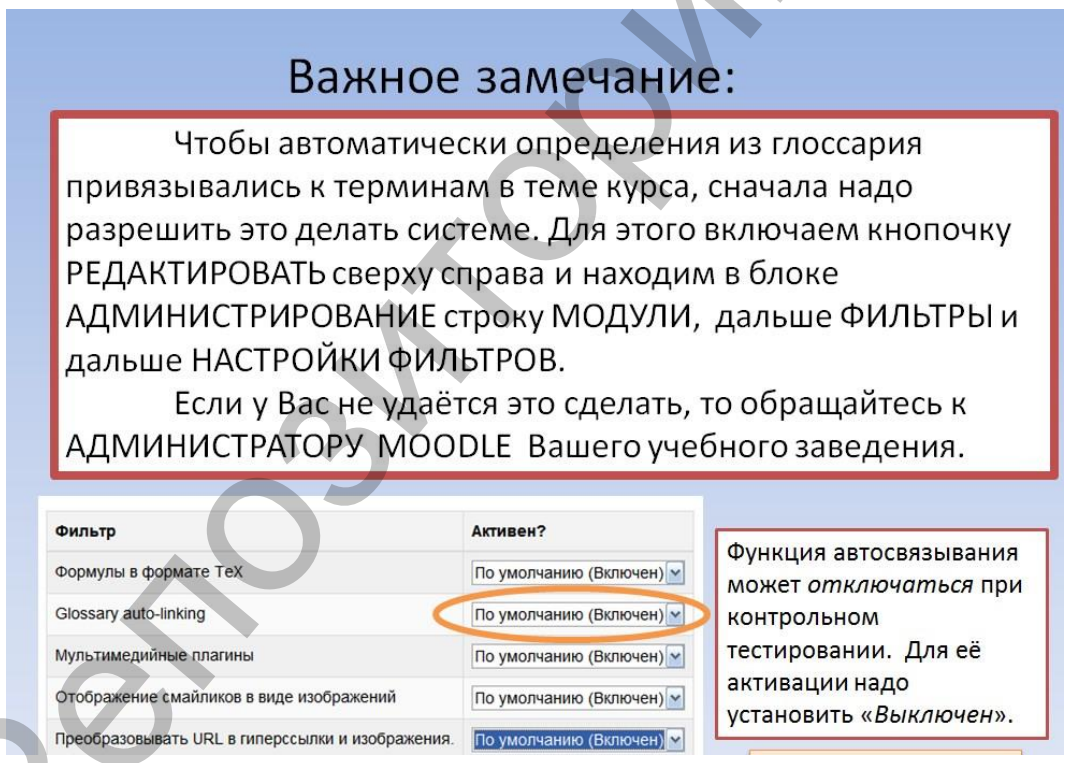


Рис. 7. **Проверка функции автосвязывания статей глоссария с материалами курса**

Репозиторий ВГУ

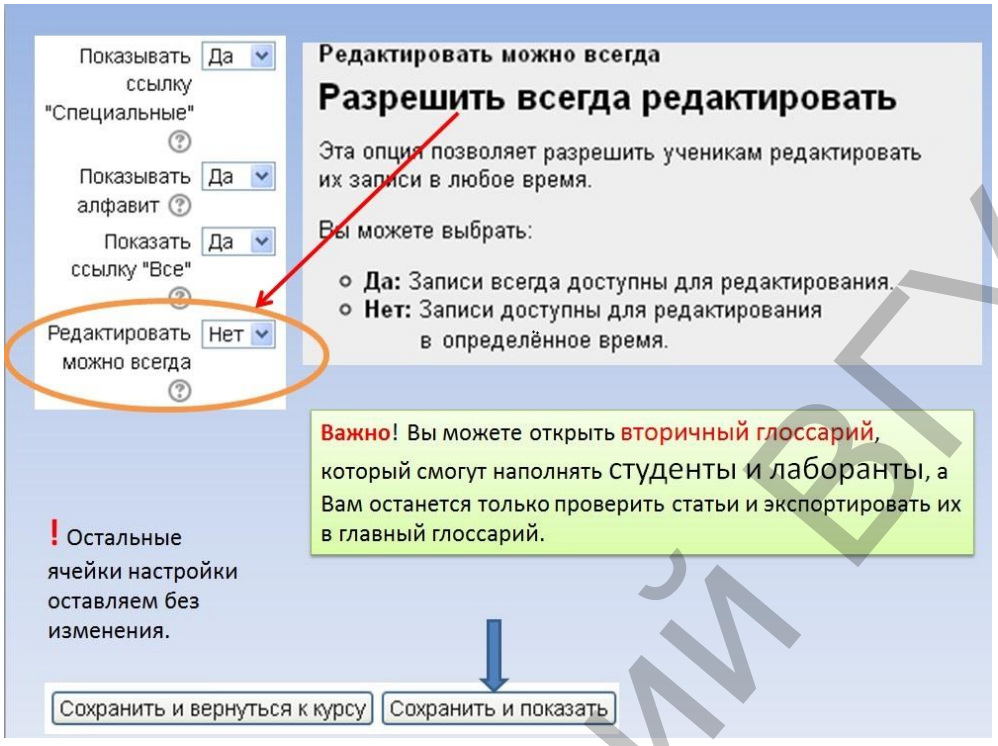


Рис. 8. **Включение/выключение опции редактирования глоссария**

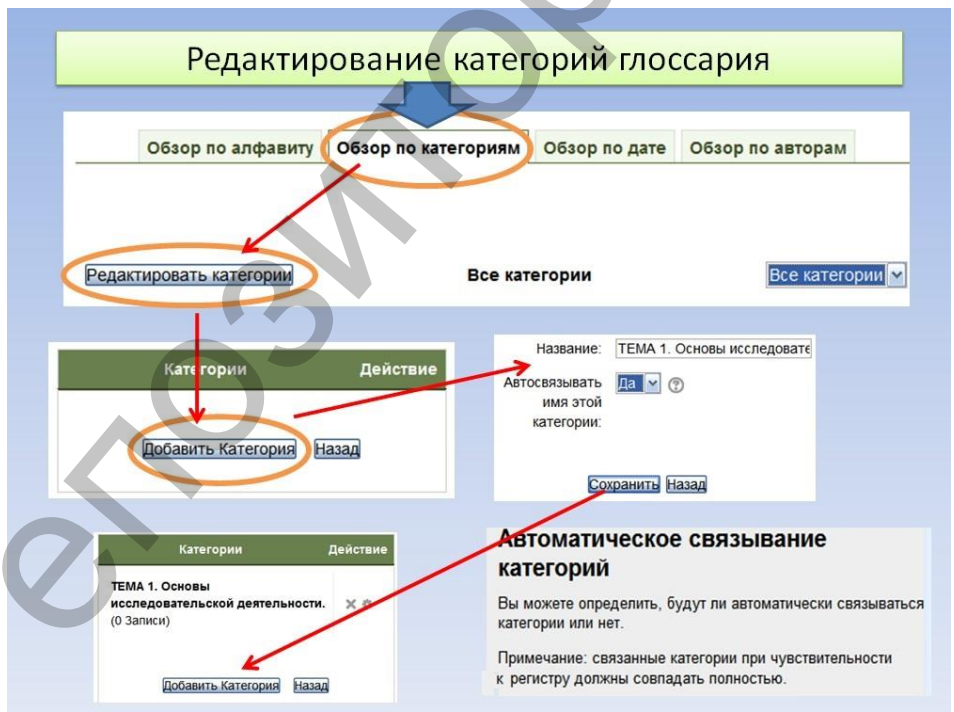


Рис. 9. **Цепочка действий по созданию и редактированию категорий глоссария**

Примечание. При разбиении содержания дисциплины на модули (темы) категории глоссария могут соответствовать делениям дисциплины.

Репозиторий ВГУ

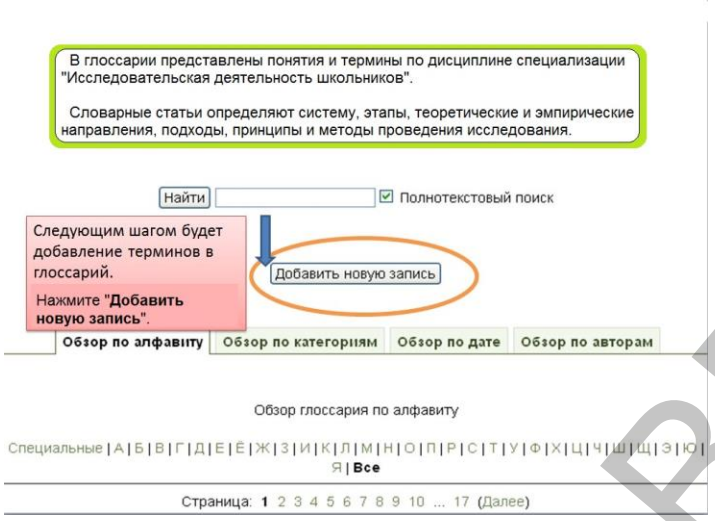


Рис. 10. **Вид глоссария после сохранения настроек**

Примечание. Вверху приводится описание глоссария. Имеется возможность добавления статей (записей) и применения поисковых инструментов.

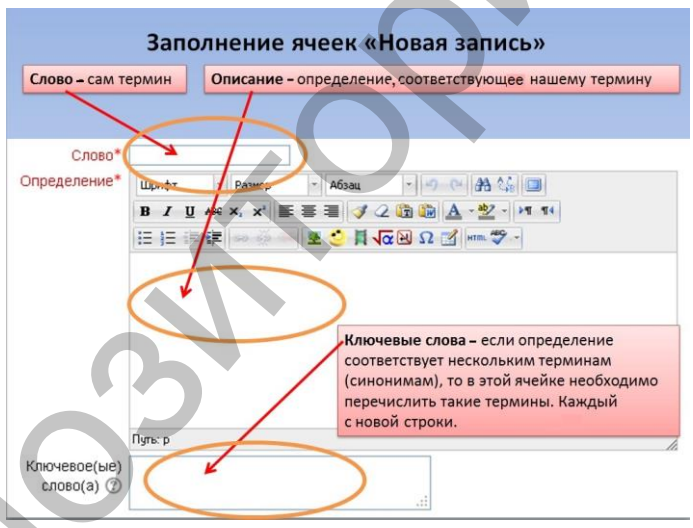


Рис. 11. **Этапы заполнения ячеек при создании новой статьи**

Ниже предыдущих ячеек (рис. 11) имеется место «Вложения для записей». Вы можете дополнительно к содержанию статьи глоссария приложить *один* файл с Вашего компьютера в запись глоссария. Файл загружается на сервер и хранится с Вашей записью. Это удобно, если Вы хотите разместить изображение или документ Word. Это может быть файл любого типа, однако расширение должно быть .doc для документа Word, .jpg или .png для изображения, что упростит загрузку и просмотр приложений другими пользователями.

Репозиторий ВГУ

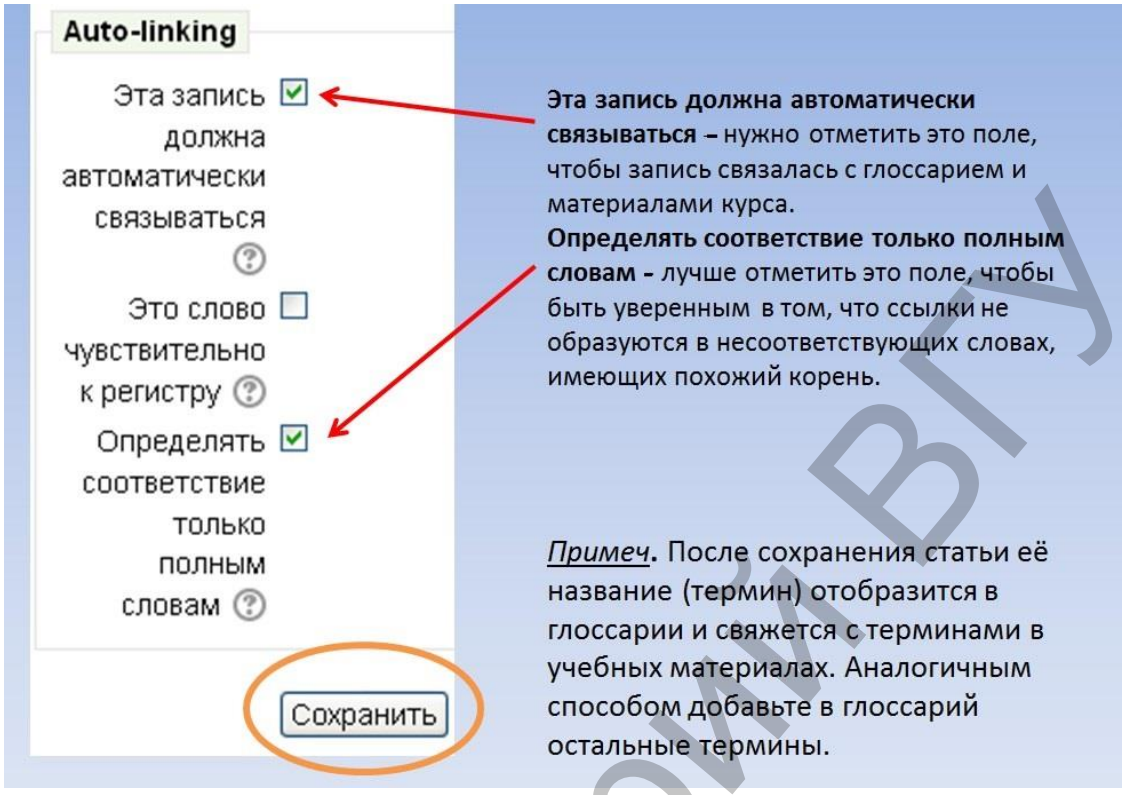


Рис. 12. **Окончательное редактирование статьи (записи) глоссария: настройка автоматического связывания**

После того как Ваш глоссарий охватит статьями с терминами и понятиями все темы и лекции преподаваемой дисциплины, Вы сделаете несомненный выбор в пользу электронного глоссария.

Справка о формах отображения словаря

Простой, в виде словаря. Представляется как словарь, в алфавитном порядке. Все прикреплённые файлы показываются как ссылки. Информация об авторе не предоставляется.

Непрерывный, без автора. Все записи на одной большой странице, отсортированы по дате. Авторы не определяются.

Энциклопедия. Представление терминов как в энциклопедии. Все изображения видны в словарной статье. Определён автор.

Список записей. Этот список записей не содержит определений терминов, а только их названия.

ЧаВо. Представляет термины как сообщения на форуме FAQ – часто задаваемые вопросы. Сам термин – вопрос, а его описание – ответ.

Полный, с указанием автора. То же, что и энциклопедия, только прикреплённые файлы показываются как ссылки. Информация об авторе предоставляется.

Полный, без указания автора. То же, что и предыдущий пункт, только без указания автора.

Репозиторий ВГУ

2. Элемент курса «Лекция»

Лекция преподносит учебный материал в интересной и гибкой форме. Она состоит из набора страниц. Каждая страница обычно заканчивается вопросом, на который студент или учащийся должен ответить. В зависимости от правильности ответа обучающийся переходит на следующую страницу или возвращается на предыдущую.

В некотором роде элемент курса «Лекция» напоминает компьютерную игру с нелинейным развитием сюжета. В зависимости от ответа на вопрос система перенаправляет студента на ту или иную страницу. Можно создавать ветвящиеся пути, зависящие от ответов студента на каждой странице.

В этом разделе (рис. 13–24) мы пока рассмотрим самый простейший вариант лекции – линейный, когда фрагменты лекции с последующими вопросами выстроены в одну цепочку. Студент изучает первый фрагмент лекции, отвечает по этому материалу на контрольный вопрос. В случае верного ответа он переходит ко второму фрагменту и так до окончания лекции. Если на какой-то вопрос не был дан верный ответ, то система возвращает студента к повторному изучению этого фрагмента. В конце студент получает оценку за изученный и сданный материал лекции.

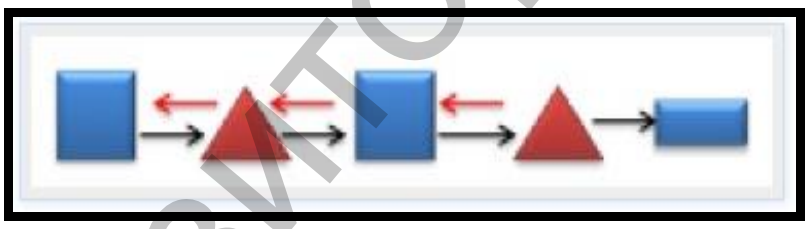


Рис. 13. **Структура линейного построения содержания лекции в MOODLE (квадраты – фрагменты содержания лекции; треугольники – контрольные вопросы; прямоугольник – результат лекции (оценка))**

Как видим на рис. 13, учебный материал разделён на несколько этапов, на каждом из которых требуется провести контроль усвоения знаний. Поэтому сначала на бумаге НАРИСУЕМ план лекции:

1) что будет показано и изображено на первой странице и последующих;

2) какое задание будет дано студенту (тип задания теста);

3) куда должен «отправиться» студент, который дал правильный ответ, а куда тот, который ответил неправильно, с учётом того, что материал, который он только что изучал, для него непонятен. Это значит, что материал необходимо разобрать более детально или использовать более простой язык объяснения.

Репозиторий ВГУ

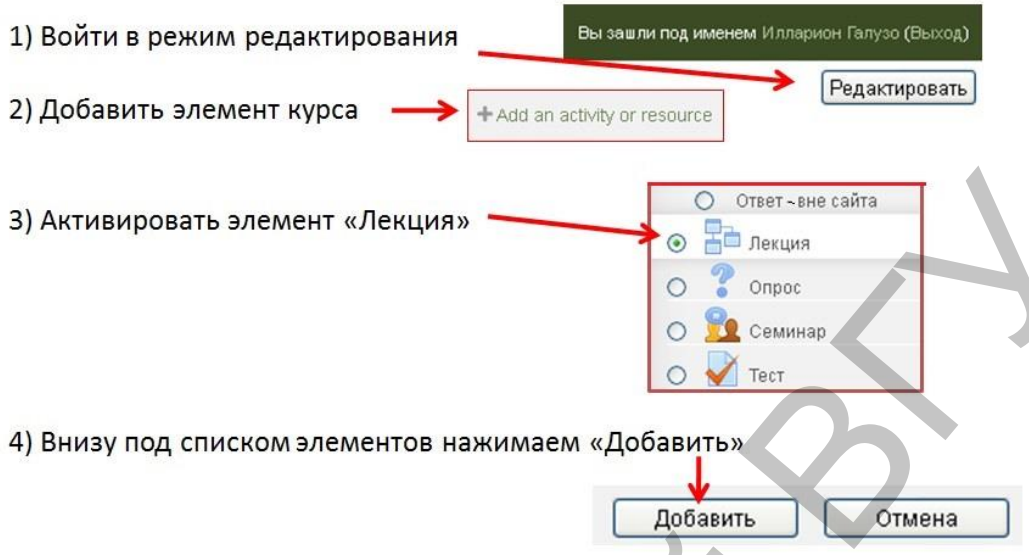


Рис. 14. **Добавление элемента курса «Лекция»**

После того как план готов, можно двигаться дальше.

Чтобы добавить Лекцию, нужно выбрать соответствующий пункт из селектора «Добавить элемент курса» (рис. 14). Загрузится страница с формой, в которой имеются поля для заполнения (рис. 15).

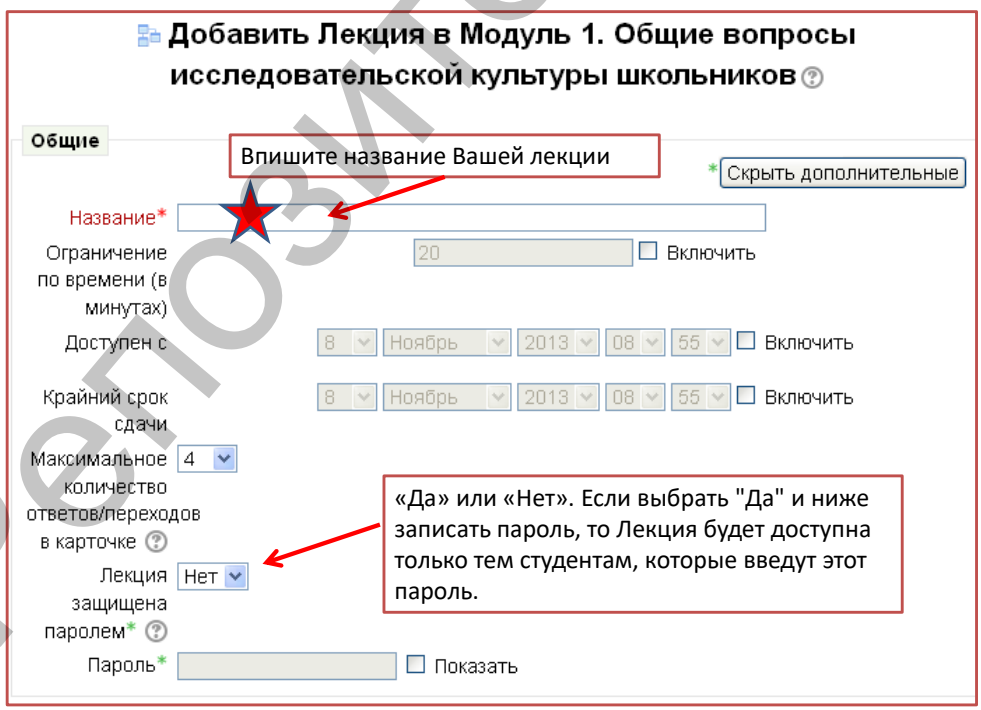


Рис. 15. **Заполнение настроек элемента курса «Лекция»**

Репозиторий ВГУ

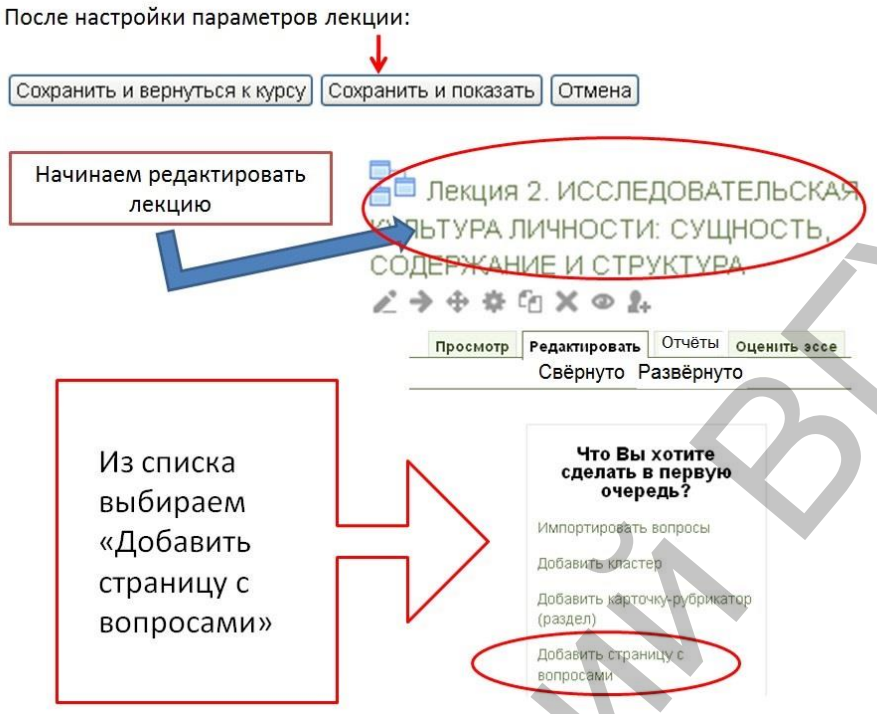


Рис. 16. **После настройки параметров лекции переходим к созданию и редактированию содержания страниц (фрагментов) лекции и контрольных вопросов**

Примечание. Добавляя страницы с вопросами, следует заранее определиться, какой тип задания будет предложен студенту: с выбором одного ответа или нескольких, верно/неверно, числовой ответ и т.д.

Рис. 17. **Примеры выбора страниц лекции с типом вопроса: множественный выбор, числовой ответ, верно/неверно**

Репозиторий ВГУ

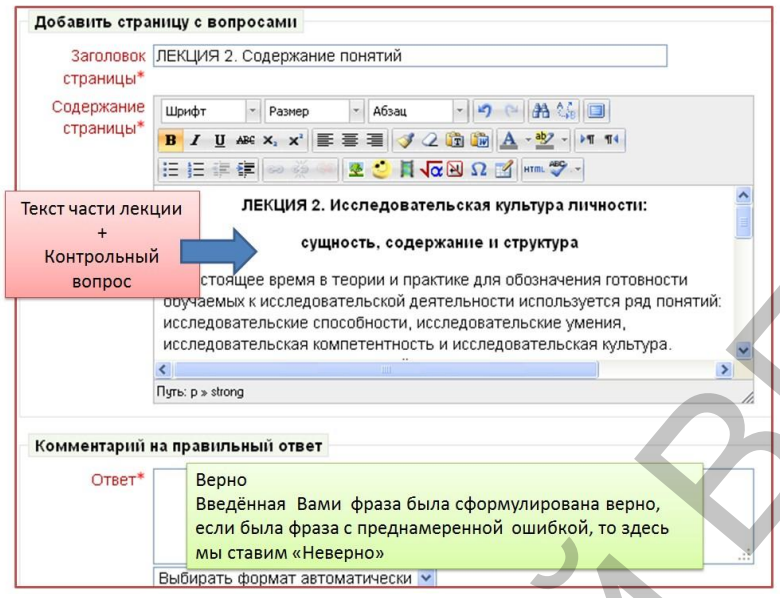


Рис. 18. **Пример заполнения ячеек первой страницы лекции. Выбрана страничка с заданием типа «Верно/неверно»**

Примечание. В комментарии на правильный ответ поставленного вопроса мы должны записать «Верно» («Правильно», «Это действительно так» и т.п.). Если у нас вопрос будет поставлен так, что нужно ответить отрицательно, то мы сюда впишем слово «Неверно», «Ошибка» и т.п. Кроме того, необходимо выставить баллы, начисляемые студенту за данный вопрос (по умолчанию стоит единица).

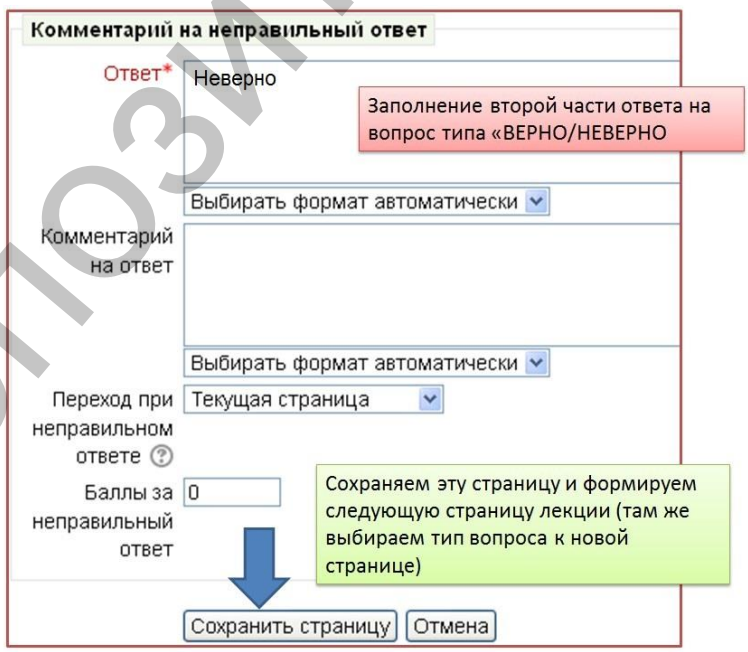


Рис. 19. **Заполнение комментария на неправильный ответ (обратите внимание, что балл за неправильный ответ автоматически выставляется нулевым)**

Репозиторий ВГУ

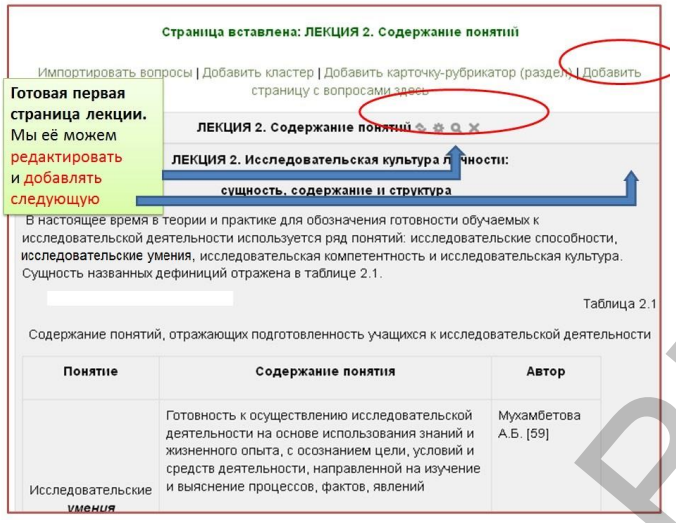


Рис. 20. **После сохранения первой страницы мы можем её просмотреть, в случае необходимости исправить, а затем добавить новую страницу**

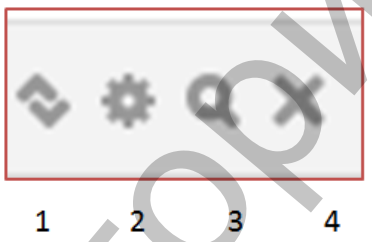


Рис. 21. **Значки редактирования лекции:**
1) перемещение страниц лекции друг относительно друга;
2) изменение текста на странице и формулировок вопросов (редактирование);
3) просмотр (что получилось?); 4) удалить страницу

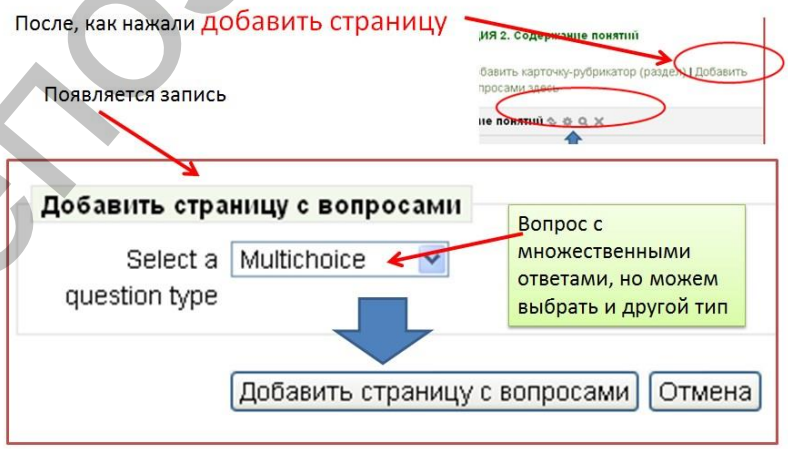


Рис. 22. **Добавление новой страницы, но в данном случае выбран тип вопроса с множественным выбором. Работаем с этой страницей, как и с предыдущей, однако учитывая специфику тестового задания**

Репозиторий ВГУ

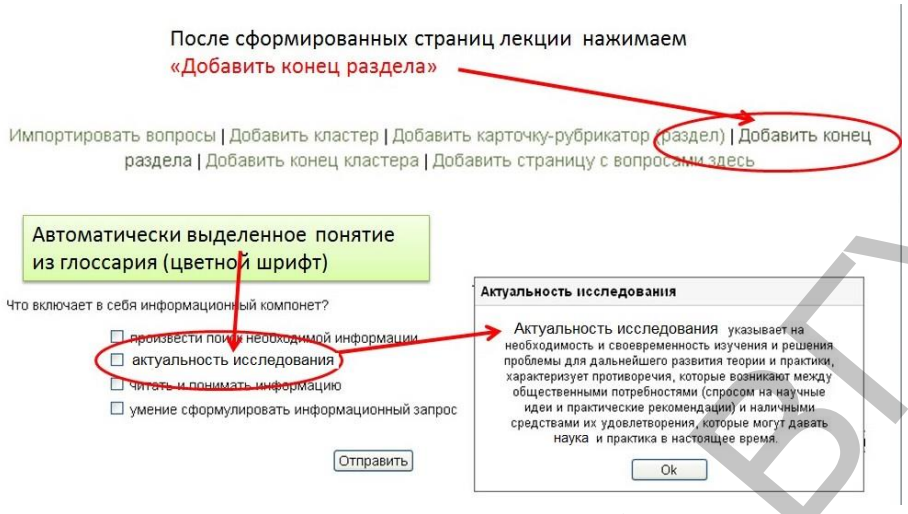


Рис. 23. **После формирования последней страницы лекции добавляем «конец раздела» – лекция подготовлена**

При просмотре лекции видны активные гиперссылки на глоссарий. На рис. 23 в «ответной» части тестового вопроса выделяется ссылка на понятие «Актуальность исследования» из глоссария дисциплины.

Рис. 24. **Просмотр оценок студентов по итогам изучения материала лекции**

Назначение традиционной лекции видится как подготовка студентов к самостоятельной работе с книгой. Живое слово преподавателя – это могущественное средство для сообщения научных знаний.

Лекция необходима и не может быть заменена в следующих ситуациях:

Репозиторий БГУ

1) при отсутствии учебников;

2) при изучении нового материала (его нет в учебнике или есть устаревший);

3) при особо сложных темах;

4) при противоречивых концепциях по основной теме;

5) при необходимости личностного эмоционального воздействия лектора на студентов с целью повлиять на формирование их взглядов.

За исключением, пожалуй, пятого пункта, все перечисленные ситуации можно реализовать в лекции, созданной с помощью СДО MOODLE.

Таким образом, элемент «Лекция» строится по принципу чередования страниц с теоретическим материалом и страниц с обучающими тестовыми заданиями и вопросами. Последовательность переходов со страницы на страницу заранее определяется преподавателем – автором курса, зависит от того, как студент отвечает на вопрос. На неправильные ответы преподаватель может дать соответствующий комментарий.

3. Обучающе-корректирующие тесты

В обучающе-корректирующем режиме прохождения тестовых заданий студент (ученик) имеет возможность проверять ответ на каждый вопрос по отдельности. В случае неправильного ответа можно попытаться ответить ещё раз на этот же вопрос и снова проверить и т.д. (рис. 25–44).

Если в курсе уже есть ранее созданные тесты, то имеющиеся задания можно дополнить комментариями и подсказками (это именно то и есть, чем отличается обучающе-корректирующий тест от обычного контрольного теста). Переход к редактированию теста показан на рис. 26.

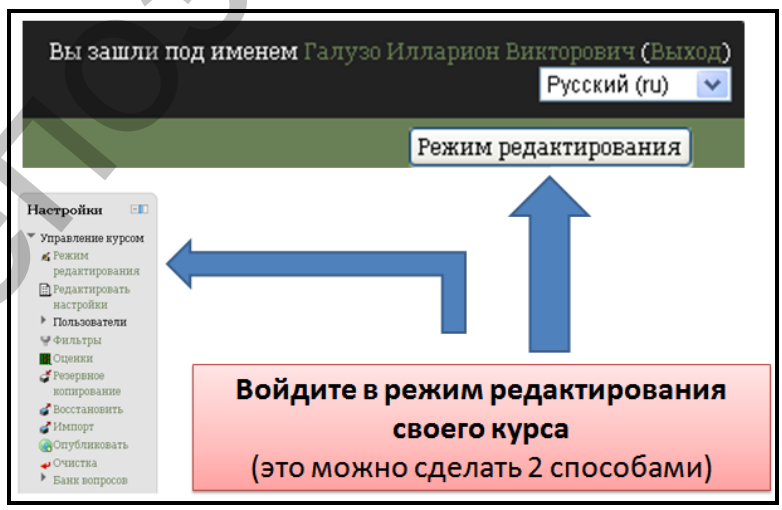


Рис. 25. **Создание тестов начинается с редактирования курса, когда Вы можете создавать нужные Вам элементы**

Репозиторий ВГУ

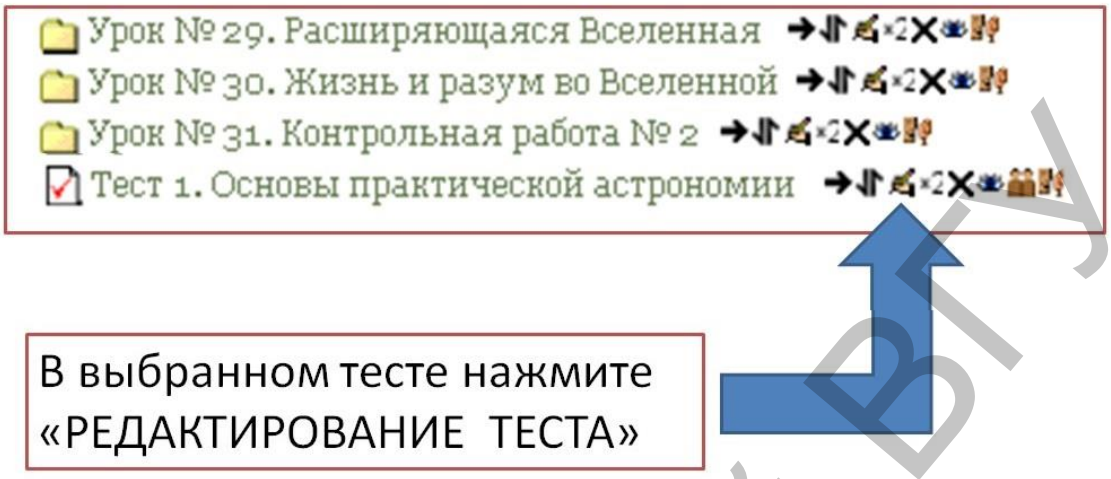


Рис. 26. **Начало редактирования теста**

Примечание. Значки редактирования могут выглядеть по-разному: или .

В открывшемся окне (рис. 27) можете сделать обновление прежних настроек и добавить настройки к тестированию в режиме обучения с подсказками и комментариями.

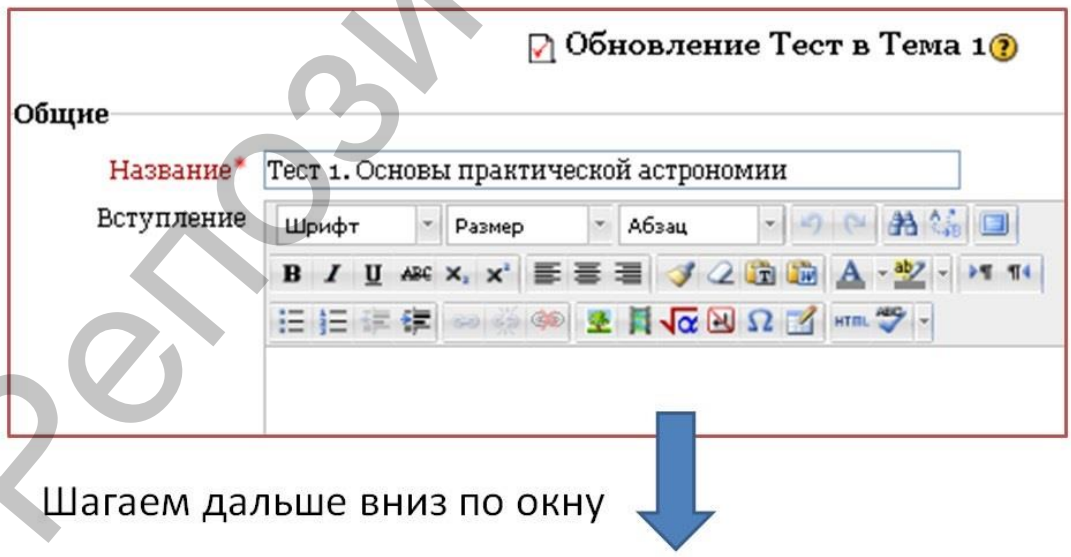


Рис. 27. **Часть окна общих настроек теста: название теста и вступление (краткая аннотация теста)**

Репозиторий ВГУ

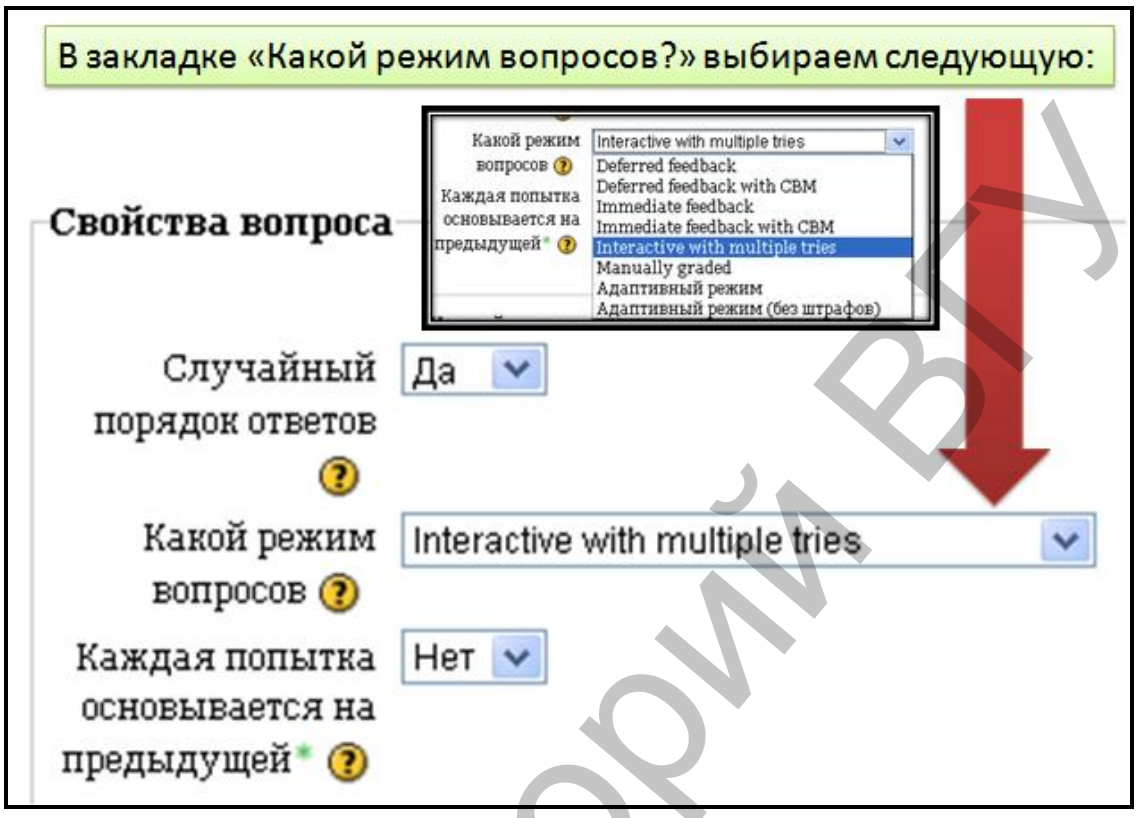


Рис. 28. **Режим вопросов для обучающе-корректирующего теста необходимо установить «Interactive with multiple tries». Это самая важная настройка!**

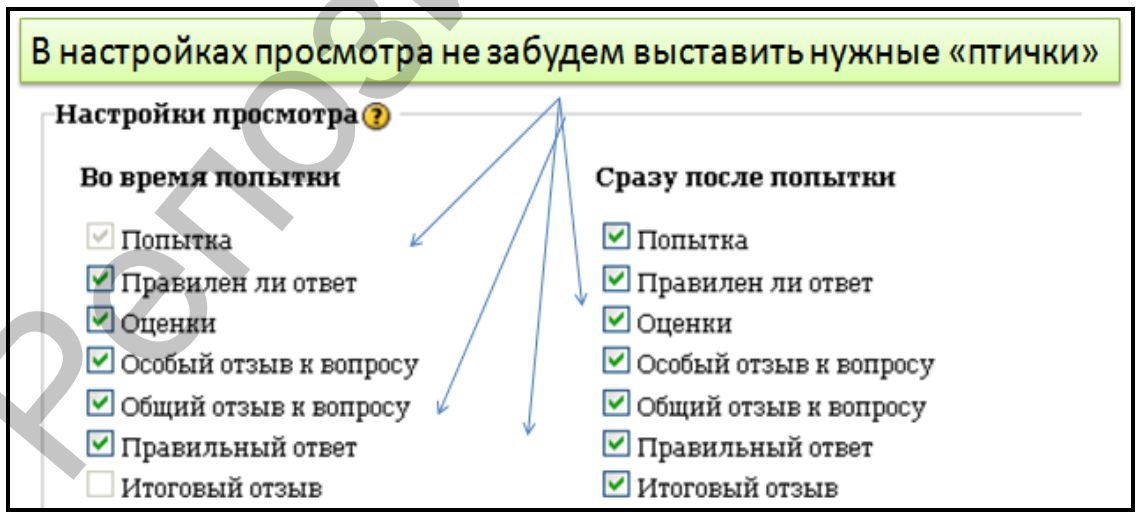


Рис. 29. **Настройки режимов просмотра тестовых заданий студентом**

Репозиторий ВГУ

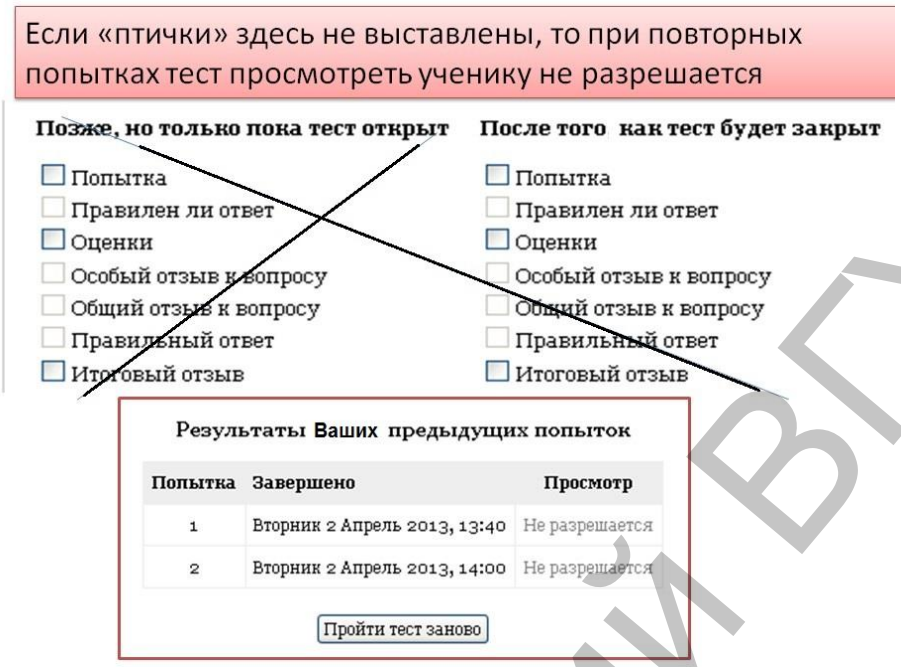


Рис. 30. **Продолжение панели для настройки просмотра результатов прохождения теста студентами**

Примечание. Если не активировать соответствующие ячейки панели, то просмотр результатов позже будет запрещён. При использовании теста как обучающе-корректирующего рекомендуется активировать все ячейки.

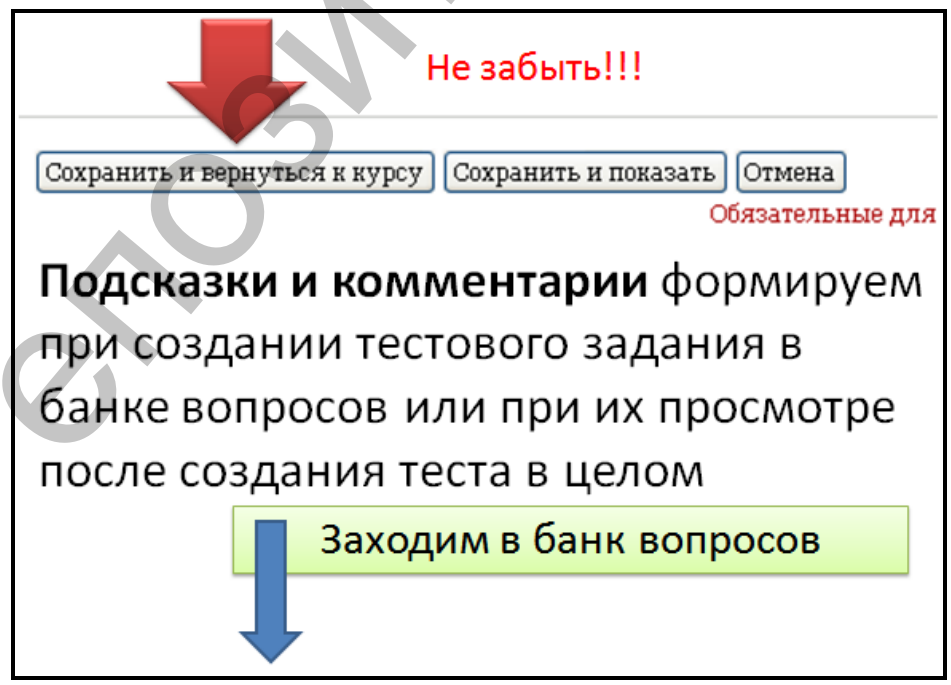


Рис. 31. **После пересмотра настроек теста сохраняем их и переходим к банку вопросов для их доработки**

Репозиторий ВГУ

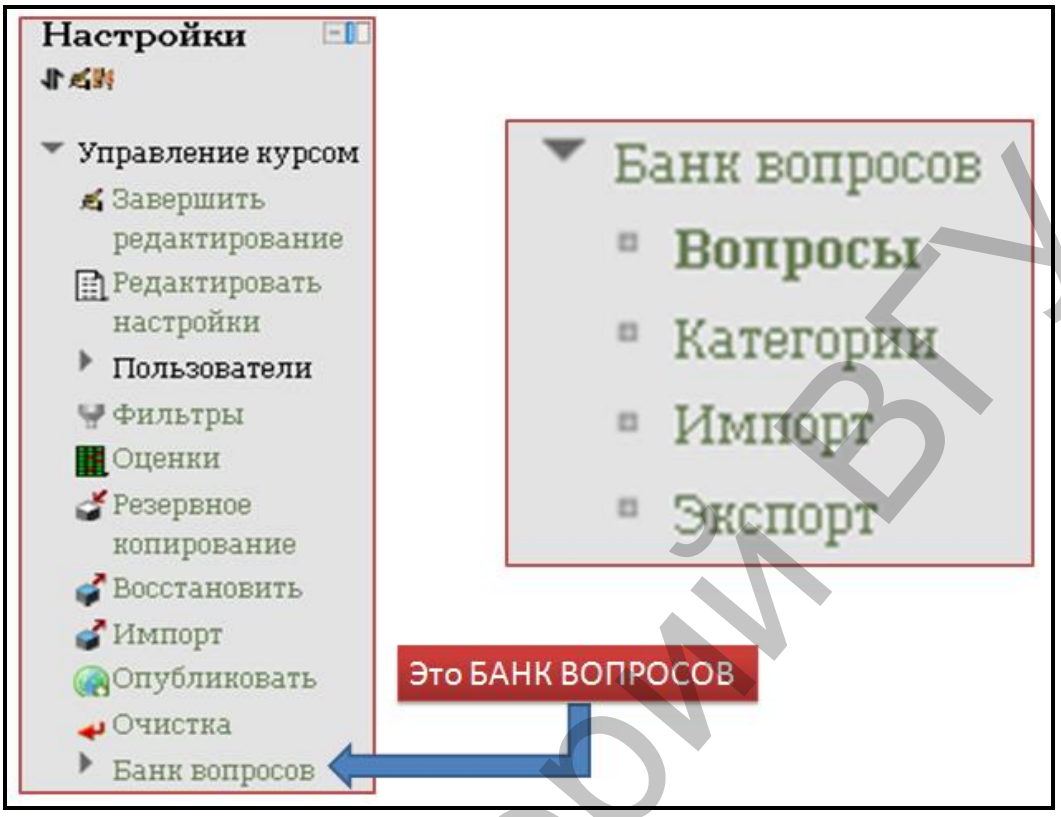


Рис. 32. **В банке вопросов можно работать с категориями вопросов, редактировать вопросы и перемещать их с курса в курс**

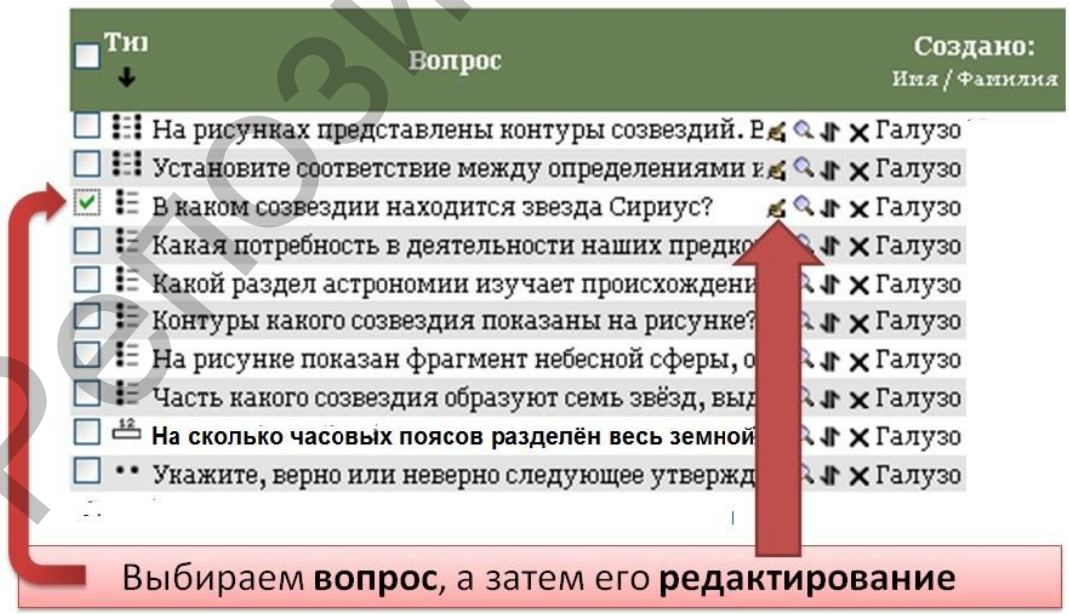


Рис. 33. **Начало редактирования вопроса, находящегося в банке вопросов**

Репозиторий ВГУ

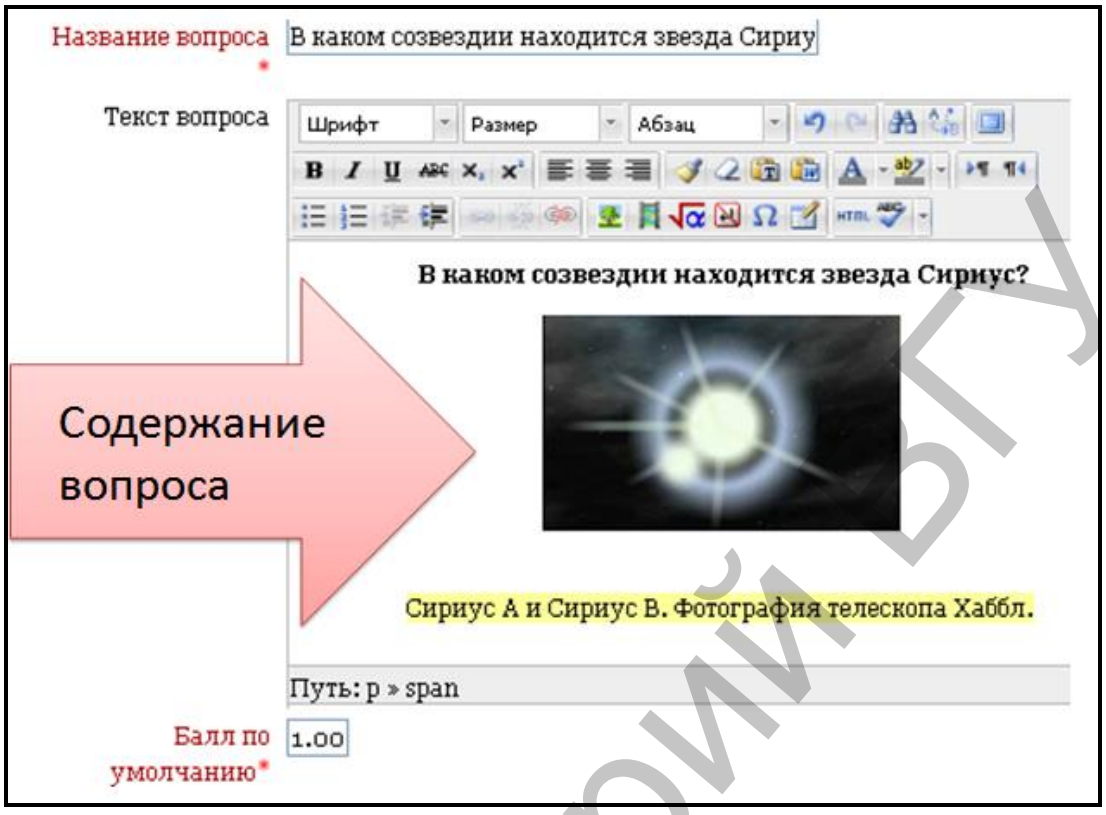


Рис. 34. **В содержание вопроса внесена корректировка: добавлена фотография с поясняющей подписью**

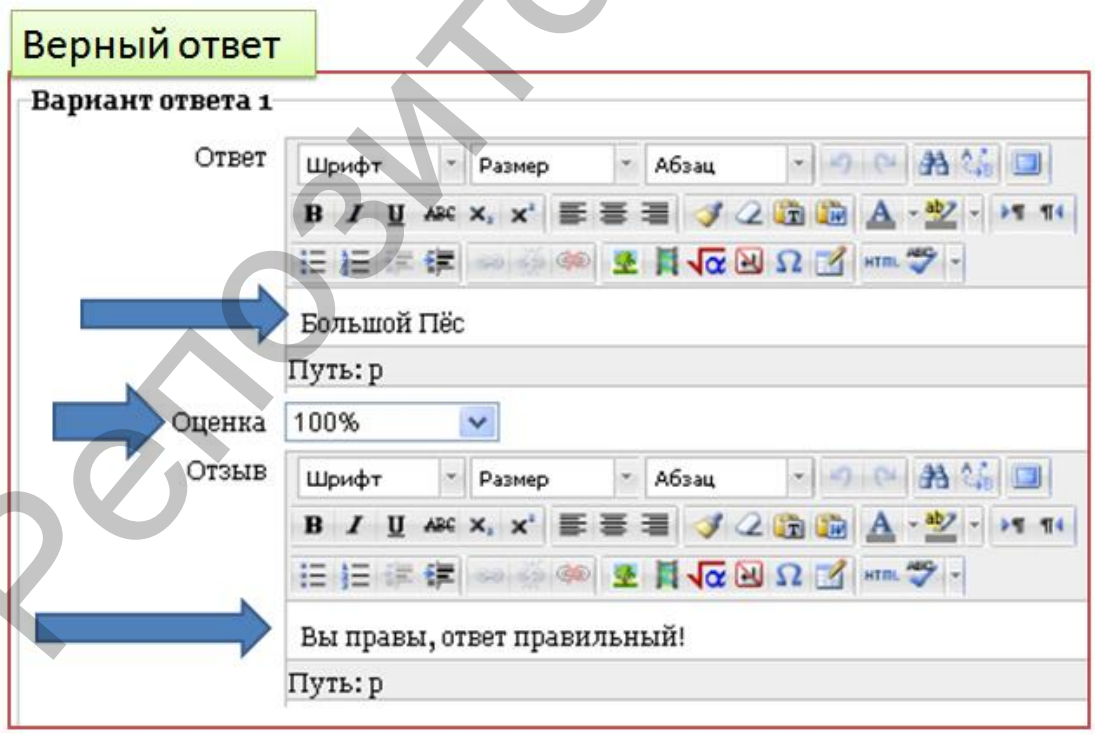


Рис. 35. **Добавление комментария к верному ответу на вопрос (вариант ответа 1)**

Репозиторий ВГУ

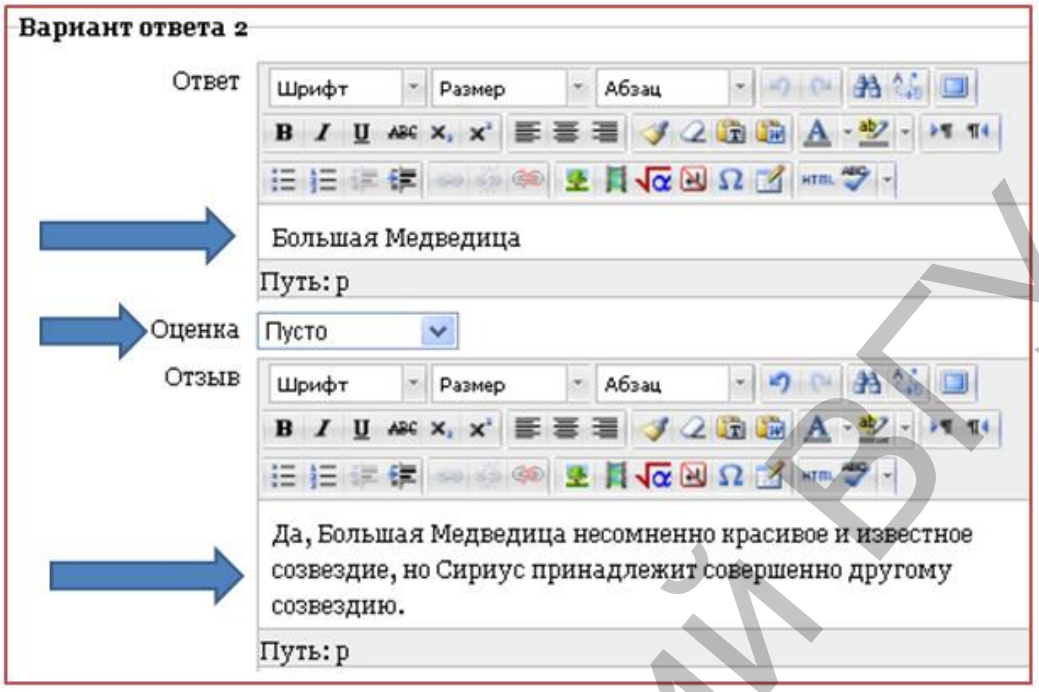


Рис. 36. **Добавление комментария к неверному ответу на вопрос (вариант ответа 2). Аналогично заполняются другие варианты ответов**

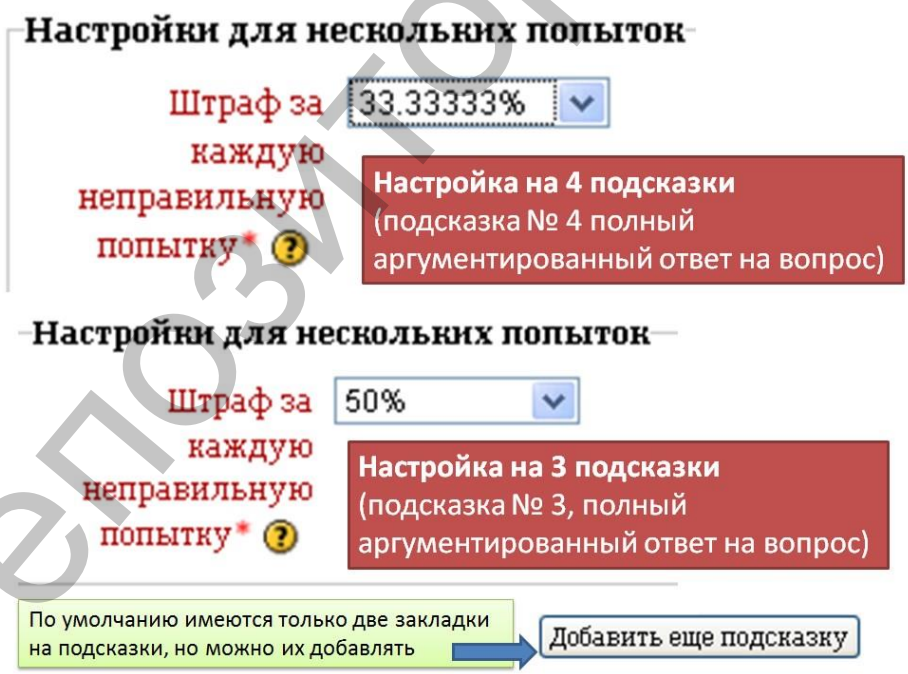


Рис. 37. **Настройки вопроса на подсказки. Представлены два варианта настроек: на три попытки (штраф 33,3%); на две попытки (штраф 50%). Можно установить, например, пять подсказок на сложный вопрос (штраф 20%)**

Репозиторий ВГУ

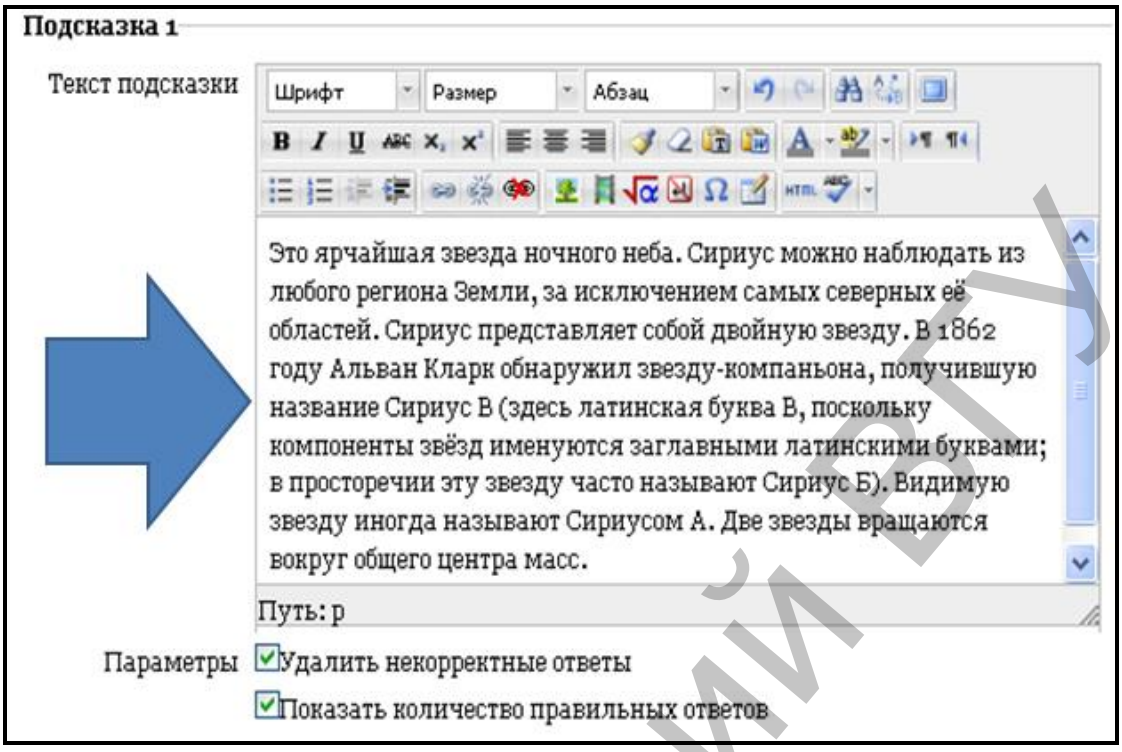


Рис. 38. **Заполнение поля текстом первой подсказки**

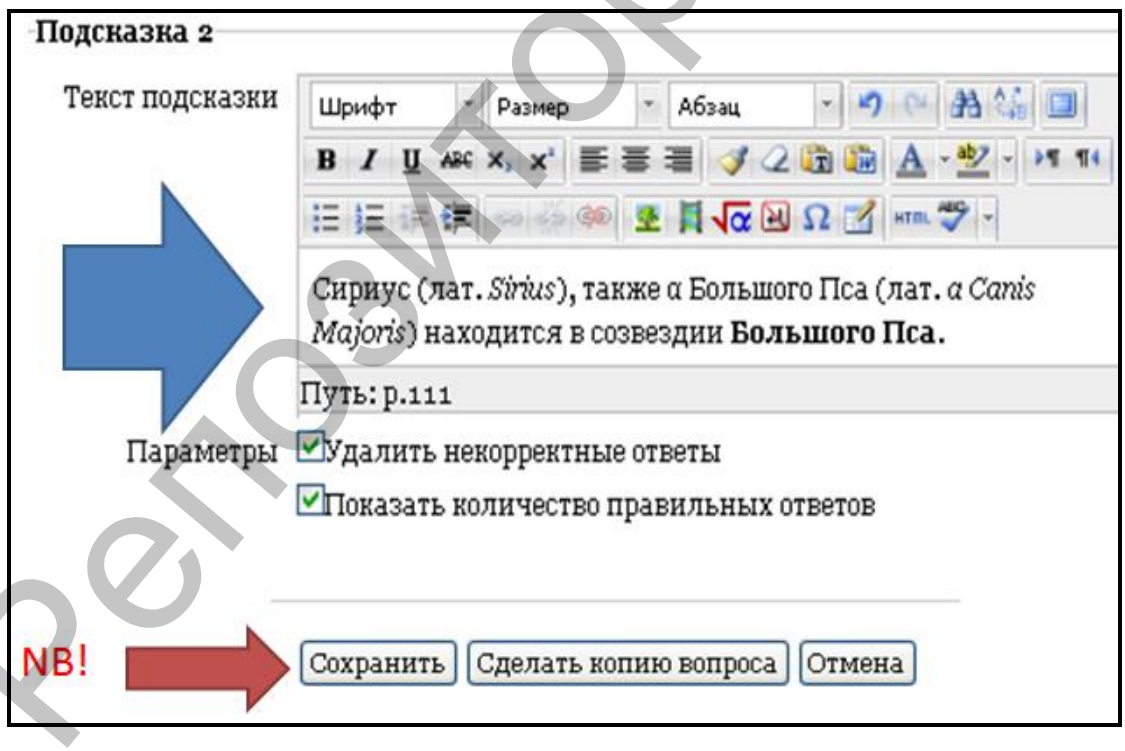


Рис. 39. **Заполнение поля текстом второй подсказки.**
Обратите внимание, что панель редактирования позволяет применять рисунки, символы, форматирование текста и др.

Репозиторий ВГУ

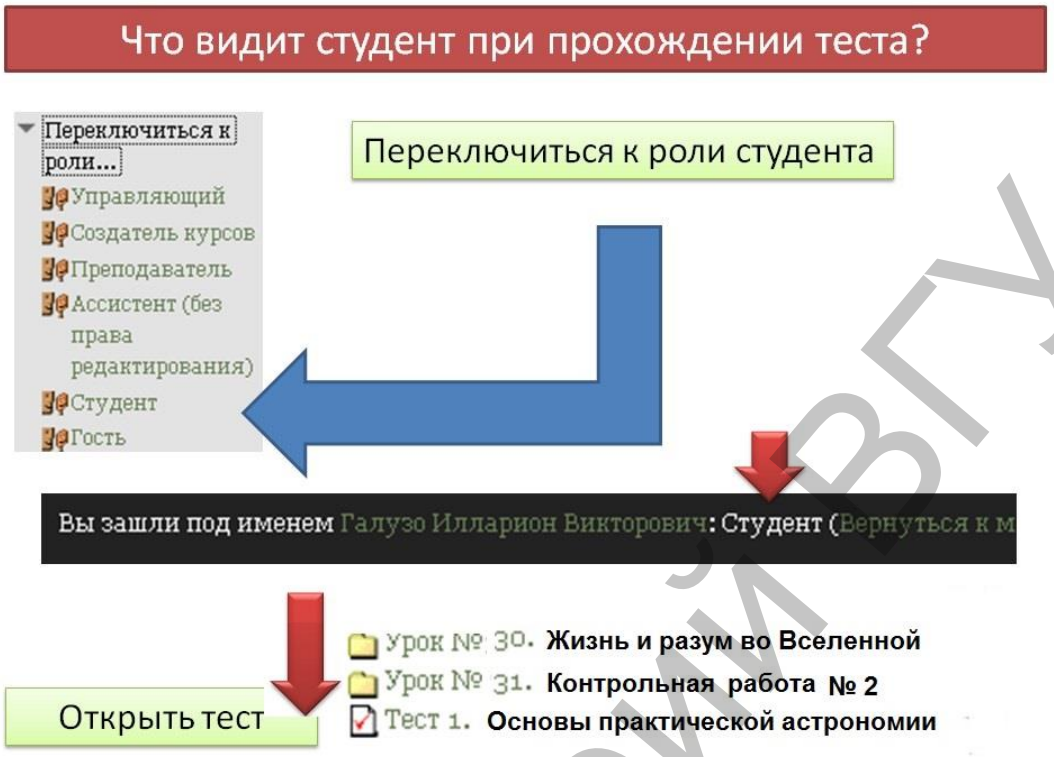


Рис. 40. **Переход к просмотру тестового вопроса в роли студента**

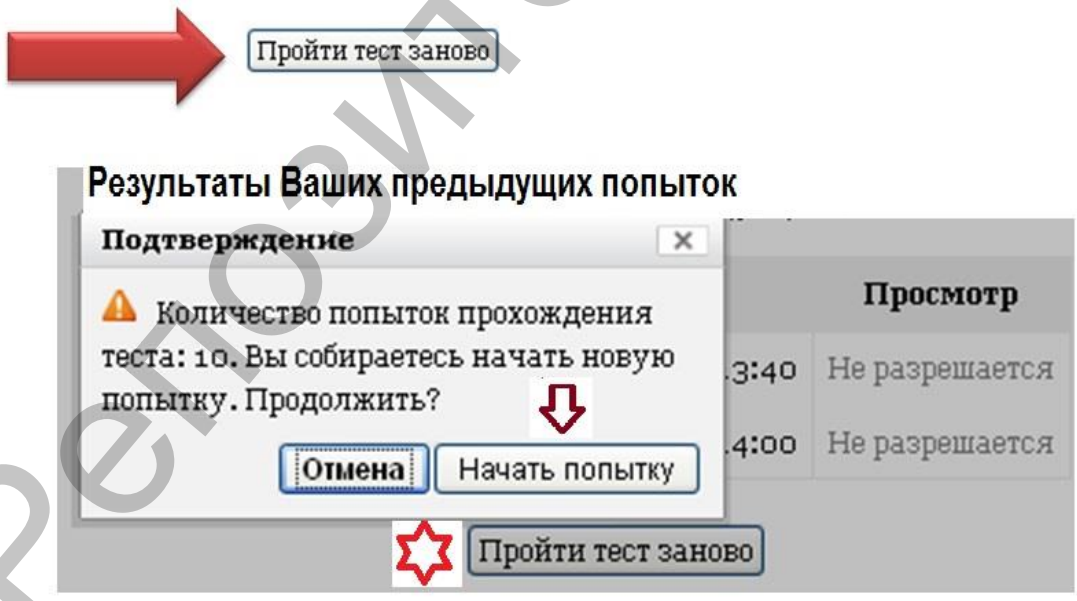


Рис. 41. **Начало попытки прохождения теста. Как видим, две попытки уже были реализованы, однако в настройках теста был установлен запрет на более поздний просмотр результатов тестирования (см. рис. 30)**

Репозиторий ВГУ

Рис. 42. **Работа студента с обучающе-корректирующим заданием теста. При ошибочном выборе ответа система отправляет студента на вторую попытку и показывает первую подсказку**

Рис. 43. **Вид экрана после выбора ошибочного ответа на задание теста. Студент видит комментарий преподавателя к выбранному им ответу, знакомится с подсказкой и переходит к выполнению задания со второй попытки**

Примечание. Если все попытки были реализованы безуспешно, то система по этому заданию засчитает ноль баллов. Если, например, в настройке вопроса задания были установлены три попытки, а студент использовал только одну попытку помощи и со второй попытки правильно ответил на вопрос, то система за это снимет 33% баллов, запланированных на данный вопрос.

Репозиторий ВГУ

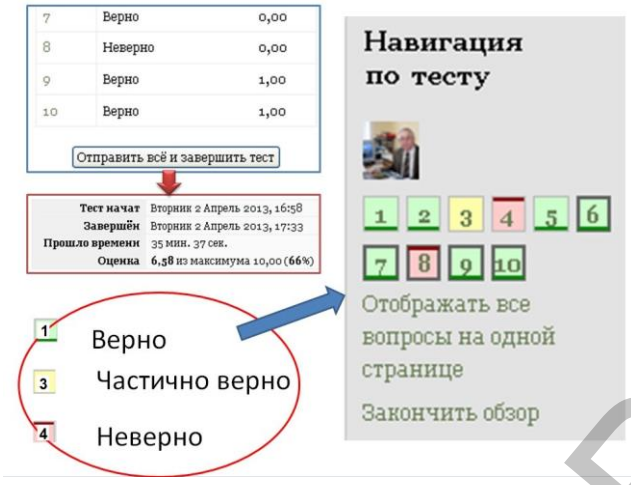


Рис. 44. **Просмотр результатов теста**

В рамках этого небольшого подраздела нашей целью было познакомить читателя с некоторыми основными элементами данной системы и показать, каким образом можно использовать её для создания своего электронного курса.

Галузо, И.В. Система дистанционного обучения MOODLE в рисунках и схемах: метод. рекомендации: [для студентов] / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 32 с.

https://lib.vsu.by/xmlui/123456789/14034

Описаны главнейшие возможности обучающей системы MOODLE. Рассмотрены некоторые базовые элементы данной системы и показано, каким образом можно использовать её для создания своего электронного курса. Поэтому мы ограничились пока основополагающими возможностями СДО: созданием глоссария, элементов курса «Лекция», обучающе-корректирующих тестов.

Галузо, И.В. Методика реализации обучающей функции тестов в среде MOODLE / И.В. Галузо, В.В. Небышинец, П.А. Сташулёнок // Современное образование Витебщины. – 2013. – № 1. – С. 76–80.

https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/350/c13no1p76.pdf?sequence=1&isAllowed=y

В статье рассматривается реализация личностно ориентированного подхода при организации контроля знаний учащихся на базе тестовых заданий в обучающей среде MOODLE. Анализируются принципы создания сценариев контрольно-обучающих тестов и их практическая реализация на примере курса астрономии. Рекомендации по созданию контрольных тестов с обучающей функцией могут служить основой по разработке тестовых заданий для других дисциплин, преподаваемых в школе и вузе.

Репозиторий ВГУ

Галузо, И.В. Виртуальная образовательная среда Витебского государственного университета имени П.М. Машерова / И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Современное образование Витебщины. – 2013. – № 1. – С. 19–25.

https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/333/c13no1p19.pdf?sequence=1&isAllowed=y

В статье рассматривается понятие о виртуальной образовательной среде, её видах и функциях в современных условиях. Приводятся структура и способы организации образовательной среды для студентов и школьников, созданной на базе центра информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова. На примере учебно-научно-консультационного центра «ВГУ имени П.М. Машерова–Новкинская СШ» предложена более детальная иерархия структуры нижних уровней: предмет–тема–урок–дидактический контент урока.

Дополнительная рекомендуемая литература по данному подразделу:

Белозубов, А.В. Система дистанционного обучения MOODLE: учеб.-метод. пособие / А.В. Белозубов, Д.Г. Николаев. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 108 с.

http://sdo.rimsou.ru/pluginfile.php/649/mod_page/content/25/Система%20дистанционного%20обучения%20Moodle.pdf

Благодаря современным методам общения и обмена данными становится возможным создавать и применять новые способы обучения, такие как электронные конспекты, энциклопедии, тесты, глоссарии, анкеты, виртуальные лаборатории и т.д. Пакет MOODLE, представляющий собой систему управления содержимым сайта, специально разработан для создания качественных online-курсов преподавателями.

Гильмутдинов, А.Х. Электронное образование на платформе MOODLE: пособие / А.Х. Гильмутдинов, Р.А. Ибрагимов, И.В. Цивильский. – Казань: КГУ, 2008. – 169 с.

http://old.kpfu.ru/fpk/bin_files/moodle!7.pdf

В данном пособии даётся краткий обзор особенностей электронного образования и существующих платформ для его реализации. Показано, что для условий высшей школы одной из наиболее эффективных платформ является система MOODLE, дается её детальное описание. Пособие в первую очередь предназначено для преподавателей вузов, желающих организовать свои занятия на электронной платформе. Его отличительная особенность – практическая ориентированность: здесь будет дано детальное пошаговое описание, как зарегистрироваться в системе, как загрузить материалы учебного курса в систему, как организовать группы и занятия, создать контрольные тесты и задания и использовать другие возможности MOODLE.

Репозиторий ВГУ

Воробьёва, С.А. Дистанционное обучение: сегодня и завтра / С.А. Воробьёва // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2012. – № 6. – С. 64–68.
https://cyberleninka.ru/article/v/distantsionnoe-obuchenie-segodnya-i-zavtra

В работе С.А. Воробьёвой рассматривается суть структуры и проектирования дистанционного обучения. Автор подробно анализирует систему работы с одарёнными детьми. Одновременно подчёркиваются достоинства и недостатки дистанционных форм организации обучения.

КОНТЕНТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДЕ MOODLE

Физика – это не только совокупность конкретных научных результатов, приведших к изобилию наукоёмких продуктов, но это ещё и специфический взгляд на природу, мировоззрение, отношение к действительности, не имеющее аналогов в других сферах интеллектуальной деятельности. Для достижения этой цели на уровне школьных программ оптимальным методом выступает не только опора на учебник, но и создание для каждого урока специального контента, смысл которого – облегчить ученику восприятие и запоминание учебного материала.

Одной из трудных задач при разработке электронных курсов является профессиональное структурирование учебного материала. Возникает вопрос: как адаптировать содержание учебников и пособий на бумажных носителях, чтобы рассматриваемые в них знания стали электронными учебными материалами, доступными и понятными, легко и прочно усваиваемыми и без проблем переносимыми в практическую деятельность учащихся?

Бесспорно, что электронный поурочный контент должен содержать высокоинтерактивный мультимедийно насыщенный материал, поддерживаемый моделирующими программами, демонстрационным видеоэксперименту, практическими и контрольными заданиями. При этом необходимо организовать доступность всех материалов для «потребителей», то есть учителей и учащихся.

Успешно решать указанные задачи позволяет система дистанционного обучения MOODLE с определённым образом структурированным поурочным контентом.

Каждый модуль поурочного контента является автономным, содержательно и функционально полным электронным образовательным ресурсом, предназначенным для решения определённой учебной задачи, прописанной в нормативной и учебно-планирующей документации по определённому предмету (например, физика, астрономия и т.д.).

Репозиторий ВГУ

Логическая структура совокупного поурочного контента урока представлена на рис. 45.

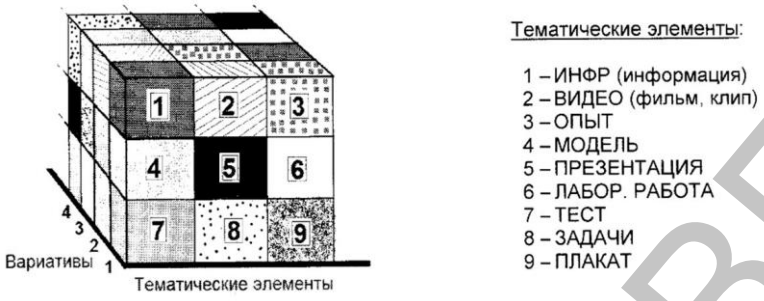


Рис. 45. **Логическая структура поурочного контента урока**

Из набора тематических элементов учитель может для конкретного занятия сформировать вариативы с учётом подготовленности учеников, наличия оборудования, позволяющего показать опыты «в живую» на имеющемся в его распоряжении оборудовании. Вариативность занятия достигается за счёт различного содержания тематических элементов урока (глубины, детальности представления информации, альтернативности научных взглядов), а также различных методик и технологий проведения занятий. В связи с этим поурочный модуль должен содержать несколько одновременных тематических элементов, например, ИНФР-1, ВИДЕО, ОПЫТ и т.д.

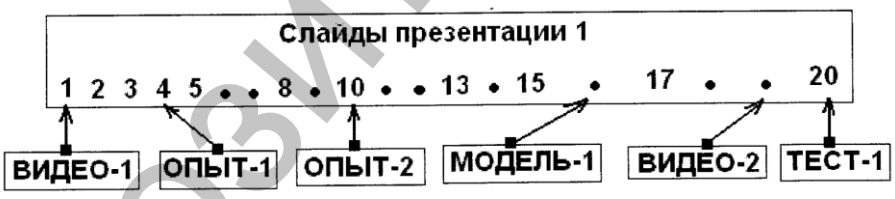


Рис. 46. **Схема вариатива сценария урока, построенного на основе тематических элементов банка электронных материалов**

Галузо, И.В. Контент дистанционного обучения школьников по физике в среде MOODLE / И.В. Галузо, О.М. Трубловская, П.А. Сташулёнок // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию МГУ имени А.А. Кулешова, Могилёв, 20–22 февр. 2013 г. / под общ. ред. Т.Ю. Герасимовой, Д.В. Киселёвой. – Могилёв, 2013. – С. 98–99.

https://drive.google.com/open?id=1A8NrjAZ5aYrIus7yzlMCOd9Eb5IiS7_P

Репозиторий ВГУ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНТЕРАКТИВНОМ ИЗУЧЕНИИ ОПТИКИ В ВУЗЕ

Ключевая идея в предлагаемом интерактивном методе состоит в подборке, разработке и создании компьютерных учебных материалов для сопровождения лекционных, практических и лабораторных занятий по оптике в вузе. Вариативный характер компьютерных учебных материалов позволяет реализовать их как демонстрации на лекционных занятиях по оптике, тренировочные и контрольно-обучающие тесты при проведении практических и лабораторных занятий, глоссарии по оптике и как пособия для самостоятельной работы. Компьютерные пособия могут применяться и при дистанционном обучении.

Разработка компьютерных учебных пособий объединяет две взаимосвязанные стороны учебно-методического процесса: с одной стороны, развитие компьютерных технологий в преподавании и создание новых учебных материалов, а с другой – индивидуальный подход в обучении. В настоящее время языки программирования высокого уровня, а также пользовательские и специализированные пакеты таковы, что делает постановку на компьютере учебных материалов доступной любому.

В предложенном подразделе представлена концепция интерактивного подхода в изучении курса оптики на основе разностороннего применения компьютерных средств.

На сервере университета для преподавателей и студентов создан портал: http:/sdo.vsu.by/. Для работы следует открыть браузер и перейти по данному адресу. Необходимо войти в категорию курса: Оптика (2 курс).

Открытая образовательная система дистанционного обучения студентов оптике содержит нормативную учебно-методическую литературу; типовую и учебную программы; глоссарий по оптике; конспекты лекций; мультимедийные материалы (видеодемонстрации физических опытов и экспериментов, презентации по разделам курса оптики, фотографии оптических явлений и т.д.); тренировочные, обучающе-контролирующие и контрольные тесты; материалы для проверки практических умений и навыков.

Для выработки у студентов строгого и четкого понимания терминологических понятий служат различные словари, глоссарии, справочники, энциклопедии. Система СДО MOODLE предоставила нам возможность создать электронный глоссарий по оптике. Это словарь оптических терминов с определениями. Если термин, описанный в данном словаре, встречается в тексте материала курса, то

Репозиторий ВГУ

он автоматически становится ссылкой. Эта ссылка ведёт на определение понятия. Таким образом, студенту не надо перелистывать весь курс, чтобы найти подзабытое определение.

Большое методическое многообразие в представлении физических закономерностей и процессов на компьютере, значительное количество примеров проявления этих закономерностей в природе и применения их в современной технике открывают широкое поле для творчества. Успешно завершённые проекты могут использоваться для создания банка компьютерных учебных пособий с различными версиями иллюстраций, динамических процессов и физических опытов. Примером компьютерной демонстрации известных оптических явлений в природе служат анимации оптических опытов, видеоролики и цветные фотографии. Они включают, в частности, демонстрации радуги и объяснение её образования, возникновение полярных сияний, миражей, гало, оптических вспышек и струй, глорий, радужных облаков и других оптических явлений.

В обучающе-корректирующем режиме прохождения тестовых заданий студент имеет возможность проверять ответ на каждый вопрос по отдельности. В случае неправильного ответа можно попытаться ответить ещё раз на этот же вопрос и снова его проверить и т.д. Если в курсе уже есть ранее созданные тесты, то имеющиеся задания можно дополнить комментариями и подсказками (это именно то и есть, чем отличается обучающе-корректирующий тест от обычного контрольного теста) – см. ранее изложенный материал «Система дистанционного обучения MOODLE в рисунках и схемах: учеб.-метод. пособие». – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013.

Таким образом, использование компьютерных технологий в процессе интерактивного обучения студентов оптике способствует повышению качества обучения и даёт возможность превратить образовательную деятельность в эффективный творческий процесс.

Коршиков, Ф.П. Компьютерные технологии в интерактивном изучении оптики в вузе / Ф.П. Коршиков, И.В. Галузо, Е.В. Бажгина, С.Н. Пастушонок // Инновационные технологии обучения физико-математическим профессионально-техническим дисциплинам: материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 22–25 марта 2016 г. / УО «МГПУ им. И.П. Шамякина»; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2016. – С. 33–35.

https://drive.google.com/open?id=1KFR43G6VZGl3Xocr-brJSkBenpyzw70b

Репозиторий ВГУ

РАЗДЕЛ 2

Применение QR-кодов в образовательном процессе

Рассматривается понятие о QR-кодах и их особенностях. Показаны возможности использования QR-кодов в образовательной деятельности. Приводятся обзор приложений для сканирования QR-кодов и выбор примеров самостоятельного создания кодов с помощью онлайн-приложений. Рассматриваются пособие для студентов, школьников и учителей по применению на учебных занятиях по курсу физики для 7–11 классов, образцы комплексных заданий астрономических экспериментов.

Репозиторий ВГУ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О QR-КОДАХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Традиционно компьютеризацию образовательного процесса связывают с оборудованием компьютерных классов и кабинетов в учреждениях образования. Сегодня ИКТ – это уже не только персональный компьютер со стандартной периферией, интернетом и рядом офисных и прикладных программ. Данное понятие стало значительно обширнее с появлением гаджетов – небольших электронных устройств, применяемых в разных сферах человеческой деятельности (смартфоны, планшеты, игровые приставки, очки для дополненной и виртуальной реальности и многое другое).

Постепенно мобильные устройства проникают и в сферу образования. Проблемы человеко-компьютерного взаимодействия в настоящее время становятся всё более актуальными. В дискуссионном поле педагогов и общественности часто оказывается способ взаимодействия компьютера и школьника (или студента). По крайней мере в сложившейся ситуации нельзя отмахнуться от проблемы гаджетов в образовании, так или иначе (в явном или неявном виде) они уже «оккупировали» учреждения образования.

В подразделе пойдёт речь о том, как можно «приручить» мнимого врага школьного учителя или вузовского преподавателя – мобильный телефон, сделать его своим союзником в транслировании знаний школьникам или студентам.

Пока ограничимся рассмотрением использования QR-кодов, которое позволяет сделать образовательный процесс мобильным, то есть не привязанным к стационарному компьютеру.

Что такое QR-код? QR-коды в нынешнее время можно увидеть в рекламе, на сайтах и обложках журналов, в магазинах и аптеках, на билбордах и даже на визитках. Что это за коды и как их распознать – не праздные вопросы, так как их можно использовать в учебном и воспитательном процессе.

QR-код (от англ. *quick response* – быстрый отклик) – двумерный штрих-код, разработанный в Японии (1994 г.). В нём записывается разнообразная информация, состоящая из символов (включая кириллицу, цифры и спецсимволы). Это может быть краткое текстовое сообщение, визитка, ссылка на сайт или адрес в интернете. Одна картинка-код может содержать 7089 цифр или 4296 букв.

В чём же заключается смысл кодирования информации в небольшом квадратике? Не проще ли её просто написать или напечатать, а не кодировать? Оказывается, нет, не проще.

Репозиторий ВГУ

Практически все знакомы с товарными штрих-кодами (*bar-code*) – предшественниками QR-кодов, в которых кодирование информации в определённой последовательности штрихов позволяет удобно и быстро считывать её с помощью специальных сканеров. Кассирам магазинов сегодня не приходится смотреть на ценник и вручную вводить цену товаров. Они просто проносят товар перед сканером – данные о штрих-коде считываются автоматически, покупателю выдаётся чек. Одновременно ведётся учёт товара на складе (рис. 47). Помимо этого покупатель при сканировании товарного штрих-кода мобильным телефоном может сразу в интернете найти наименование товара и его характеристики.

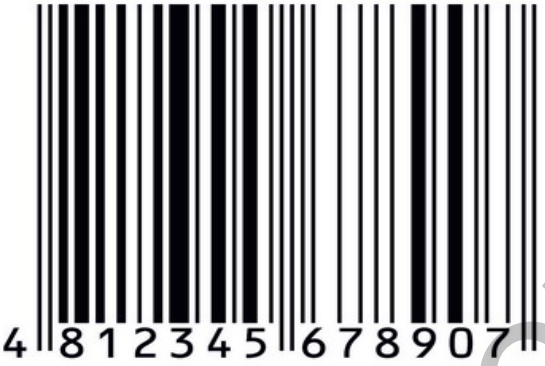


Рис. 47. **Товарный штрих-код одного из белорусских предприятий (первые три цифры (481) обозначают страну, в которой был произведён товар, в данном случае Беларусь)**

Рис. 48. **QR-код со ссылкой на интернет-портал г. Витебска и области: https://gorodvitebsk.by**

QR-код создаётся для похожих целей (рис. 48), но функции его значительно шире, так как он может содержать более значительный объём информации по сравнению со штрих-кодом. Как правило, этот код считывается приложением, установленным на мобильный телефон или планшет, после чего мобильное устройство действует автоматически в зависимости от вида информации, заложенной в QR-коде. Если это адрес сайта, после Вашего подтверждения открывается сайт в браузере. Если это электронная визитка, телефон добавляет нового абонента в контакт-лист. Если это обычный текст (например, информация о каком-то объекте), телефон просто выводит его на экран. Зачастую приложение, установленное на мобильный телефон для считывания и расшифровки QR-кодов, запрашивает у пользователя, какое действие следует ему выполнить при сканировании.

Таким образом, основное достоинство QR-кода – это быстрое распознавание сканирующим оборудованием, в том числе и

Репозиторий ВГУ

фотокамерой мобильного телефона или планшета. Пользователь автоматически освобождается от рутинного набора URL-адреса в командную строку компьютера.

Среди других приложений на смартфоне не помешает иметь полезные в быту, в сфере туризма, а также в образовательных целях приложения – сканеры штрих- и QR-кодов. Обычно эти сканеры совмещаются в одном приложении.

Краткий обзор программ и приложений для распознавания QR-кодов. Существует множество программ и приложений для распознавания QR-кодов. Такие программы быстро и бесплатно устанавливаются на личные устройства пользователей. Выбор программы сканирования регламентируется типом гаджета.

По своему усмотрению можно выбрать и установить на мобильный телефон или планшет из Play Market даже несколько сканеров. Например, QR Reader или QR Scanner от Kaspersky Lab. В меню приложений есть опция «Истории сканирований и закладки». Поэтому спустя время, не удаляя использованные QR-коды, можно возвратиться к материалам, рассмотренным на занятиях.

Как создать QR-код? Создать QR-код несложно, для этого нужен генератор, чаще всего доступный онлайн, который прост в применении и не требует специальных знаний. В свободном доступе существует множество ресурсов. Приведём лишь некоторые из них.

1. Русскоязычный сервис QR Coder (http://qrcoder.ru). Генератор предусматривает варианты размеров картинки кода и уровни распознавания.

2. Qrmania.ru позволяет изменять цвет и осуществлять скругление углов. Кодирует текст, ссылку на сайт, телефон, SMS-сообщение, e-mail-адрес, e-mail-сообщение, визитную карточку и др. Имеется ступенчатая корректировка ошибок.

3. Quickmark.com кодирует всевозможный контент. Данный генератор помогает получить QR-коды даже без подключения к интернету. Приложение создаёт коды в форматах JPG или BMP. Операционная система – Windows. Размер – 450 Кб. Язык – русский.

4. Генератор QR-кодов нового поколения (http://qrcc.ru/generator.php). По данному адресу даётся исчерпывающая инструкция пользователя по кодам и их применению. Генератор имеет встроенную избыточность для коррекции ошибок. По желанию возможно внедрение логотипа или краткой надписи непосредственно в QR-код и дополнительных надписей вне картинки кода (рис. 49). Если правильно рассчитать размер текста/изображения,

Репозиторий ВГУ

внедрённого в код, то код будет выглядеть более привлекательно и при этом нормально считываться.

5. Онлайн-сервис TagMyDoc (http://www.tagmydoc.com), с помощью которого возможны автоматическая генерация QR-кодов и публикация различных документов. Сервис представляет собой виртуальную флешку, на которой можно разместить различные документы (до 100 файлов, не более 5 Мб каждый) с внедрённым кодом и организовать к ним доступ пользователей. При загрузке файла на сервис в документ автоматически встраивается (документ помечается) его QR-код. Сервис ведёт статистику прочтения/закачек. Однако самый удобный вариант хранения оригиналов методических материалов, которые связываются с QR-кодами, – на сервере учреждения образования. В этом случае отсекается неизбежная реклама, когда используются материалы напрямую с разных интернет-сайтов.

Рис. 49. **Пример QR-кода для выхода на сайт учреждения образования, созданного генератором кодов нового поколения: внутрь кода помещена надпись «ВГУ», выше – название учреждения образования, ниже – URL сайта**

Применение QR-кодов. Каждый учебный предмет имеет свою специфику и особенности, поэтому творческий процесс использования QR-кодов в преподавательской деятельности ничем не ограничен.

Укажем на некоторые потенциальные препятствия, с которыми может столкнуться педагог на пути организации учебного процесса в режиме mobile learning (мобильное обучение – электронное обучение с помощью мобильных устройств, не ограниченное местоположением или изменением местоположения учащихся или студентов):

- наличие планшетов или мобильных телефонов не у всех обучаемых;
- недостаточное обеспечение аудитории доступом к интернету;
- размещение файловых хранилищ (хостинг) на сторонних серверах;
- трудоёмкость подготовки дидактических материалов.

Как видим, основной проблемой в организации мобильного обучения является подготовка дидактики нового поколения.

Репозиторий ВГУ

Приведём примеры использования технологии QR-кодирования в условиях Витебского государственного университета имени П.М. Машерова.

Создание и апробация интерактивного альбома по лабораторному практикуму (исполнитель А.В. Лукомский). Целью данной работы являлась разработка методов применения QR-кодов в образовательном процессе учреждения высшего образования, в частности инструктивно-методических материалов для выполнения студентами лабораторных и практических работ по естественно-научным дисциплинам.

При традиционных формах проведения как фронтальных, так и индивидуальных лабораторных, экспериментальных и практических работ у студента имеются только необходимое оборудование и инструкция по выполнению данной работы. Применение ресурсов мобильного обучения позволяет значительно расширить рамки инструктивных материалов, сопутствующих лабораторной работе, путём включения аудио- и видеоконсультаций по некоторым аспектам работы, представить дополнительные изображения приборов и микропрепаратов, провести блиц-контроль и др.

Все материалы концентрируются в едином документе (альбоме), изначальный формат которого в электронном виде (или на бумажном носителе) со всеми указаниями и интерактивными ссылками предоставляется преподавателем. Студент распечатывает этот документ и работает с ним (выполняет необходимые наблюдения, зарисовки схем, микропрепаратов, заполняет таблицы, формулирует выводы и т.д.).

В табл. 1 представлены типы условных обозначений, применяемых в лабораторных работах по биологическим дисциплинам. Значки рядом с QR-кодом информируют пользователя о виде закодированного файла.

Таблица 1

Условные обозначения, применяемые для сопровождения QR-кодов

Условные обозначения (вместе с QR-кодами)	Описание
	Текст. Вступительная часть к работе, правила техники безопасности, касающиеся данного этапа работы. Пояснение к какому-либо рисунку или схеме, текст контрольных вопросов, описание оборудования и методики приготовления микропрепаратов и т.д.

Репозиторий ВГУ

Окончание табл. 1

	Статичная графика. Фотография, рисунок, к которому нужно дать пояснения (цикл развития, строение или внешний вид изучаемого объекта, пример организации рабочего места, диаграмма и т.д.)
	Видео. Фрагмент учебного фильма (включая микровидеосъёмку), видеоинструкция по выполняемой работе и др.
	Аудио. Аудиозапись с пояснениями к работе или изложение теоретических основ к данной теме (возможно использование записи фрагмента лекции или лабораторного занятия)
	Микрофотография. Показано увеличенное изображение объекта в микроскопе (аналог того, что должен увидеть студент на приготовленном самостоятельно микропрепарате)

Разумеется, каждый преподаватель может выбрать другую систему обозначений, дополнить рассмотренную или ввести что-то своё, например, по аналогии с рис. 49 внедрить в центр картинки QR-кода соответствующие ориентирующие надписи или отдельные буквы: «Т» – текст, «Г» – графика, «В» – видео и т.д. (рис. 50).

Рис. 50. **Примеры оформления QR-кодов с поясняющими надписями и метками**

При генерации QR-кодов для какой-либо информации с сайтов часто бывает, что URL-адреса занимают несколько строк, и поэтому картинка кода имеет большие размеры. При уменьшении размеров происходит потеря информации и в итоге код не воспринимается сканером. Для подобных случаев в некоторых генераторах предусмотрена опция «Укоротить ссылку». В таком случае при генерировании кода на URL-ссылку необходимо в соответствующей ячейке просто поставить «галочку» – картинка QR-кода становится более компактной.

Репозиторий ВГУ

В основу инструктивно-методических материалов с использованием QR-кодов поначалу могут быть положены уже привычные для студентов инструкции на печатной основе, подготовленные типографским методом. В этой связи видятся приемлемыми два варианта. Первый (быстрый и простой) – на готовую методичку в нужных местах вклеиваются распечатанные в минимальном формате картинки QR-кодов. Второй вариант – при подготовке инструкционных материалов к переизданию изначально в рукопись вносятся изображения необходимых QR-кодов.

Рис. 51.
Фрагмент альбома для лабораторных работ с QR-кодами и связанный с заданием объект

Идеальным вариантом, конечно, является полная переработка дидактического материала на основе QR-кодов. В этом случае можно создавать инструктивно-методические материалы в виде альбомов, которые после выполнения и оформления практических заданий остаются у студента. Предусматривается и вариант с распечаткой альбомов на принтере самим студентом, все материалы остаются у него как конспект. В данном случае это удобно для студентов-заочников (и для организации дистанционного обучения). Здесь уже разговор идёт не только об электронном обучении (e-Learning), но и его разновидности – мобильном обучении (m-Learning). Студент при этом не привязан к университетской лаборатории, библиотеке, лекционной аудитории, а работа над учебным материалом практически может продолжаться в любом месте (рис. 51).

Для обеспечения быстрой обратной связи в дополнение к альбому с QR-кодами нами применяется приложение Viber, в котором создана группа пользователей, соответствующая академической группе. В чат могут загружаться дополнительные материалы, в том числе появляющиеся при практическом выполнении заданий, комментарии и замечания. Данный метод взаимодействия позволяет синхронизировать работу в разных подгруппах студентов (в чат выкладываются лучшие микрофотографии, схемы, зарисовки и другие материалы).

Интерактивные комментарии к астрономическим фотографиям. Как правило, фотография или картина в музее, галерее или на выставке, кроме самого изображения, содержит краткое

Репозиторий ВГУ

название и фамилию, имя автора. Посетителю галереи часто требуется получить более полную информацию об изображении. В этом случае без квалифицированного экскурсовода не обойтись. QR-коды могут взять на себя подобную функцию.

Рис. 52.
Пример оформления фотографии в астрономической фотогалерее

Экспонаты астрономической фотогалереи планетария ВГУ и звёздного зала филиала кафедры инженерной физики университета в Новкинской средней школе Витебского района оборудованы мобильными гидами (исполнители И.В. Галузо и В.А. Голубев). Суть интерактивного гида-экскурсовода заключается в том, что все космические фотографии снабжены QR-кодами двух типов (рис. 52). Первый код при его сканировании выдаёт подробное текстовое описание изображения на фотографии (даже без подключения мобильного телефона к интернету). Второй код, как правило, содержит ссылку на небольшой научно-популярный фильм продолжительностью 3–5 минут по тематике, связанной с фотографией (в данном случае необходимо подключение гаджета к интернету).

Размеры картинок с кодами можно делать любые – маленькие, если есть индивидуальный доступ к фотографии или картине, или большие, если их нужно разместить повыше, в недоступном месте, для большого количества людей.

Университетская газета «Мы і час» стала «мобильной». Создание в университетской газете «Мы і час» постоянной рубрики «Окно в мобильный мир» на основе QR-кодов (исполнители И.М. Прищепа и А.А. Дубровская) позволяет развивать творческую инициативу студентов и сотрудников университета по применению новых информационных технологий.

Читатели газеты могут высказывать свои предложения по использованию QR-кодов, показывать их применение на практике: как в учебном процессе, так при решении повседневных бытовых вопросов. Это по-своему расширяет печатные площади газеты, помогает оживить ряд фотографий и сюжетов, помещённых в ней. Ведь QR-код занимает значительно меньше площади страницы, чем фотография

Репозиторий ВГ

(к тому же онлайн-фотографию есть возможность представить в хорошем качестве и полном цвете).

Очевидно, что полученные QR-коды можно размещать не только в газете или журнале, но и на разных буклетах, на сайте, в презентации, на информационных стендах и табличках.

Если мобильная техника не подключена к интернету. Если у смартфона или планшета по каким-то причинам нет выхода в интернет, можно прибегнуть к онлайн-программам для чтения QR-кодов на стационарном компьютере. Одна из наиболее популярных программ – Decode it (рис. 53).

Рис. 53. **Ссылка на программу Decode it для просмотра содержания QR-кодов**

Для пользования программой сохраняем сфотографированный код на компьютере отдельным файлом. Затем загружаем картинку в форму программы с надписью «Расшифровать QR-код онлайн», нажимаем кнопку «Отправить» и сразу же получаем её содержимое (текст или URL-адрес). Преимущество программы в том, что она производит не только декодирование, но и кодирование (то есть имеет опцию генератора кодов).

К сожалению, в настоящее время больше всего QR-коды применяются не в образовательном процессе, а в сферах рекламы, маркетинга и торговли. Частично эта технология уже начала успешно использоваться в принятии платежей (например, при оформлении подписки на некоторые журналы, в туристическом сервисе).

Навыки цифровой культуры, работы с цифровыми технологиями для обучения и познания в условиях техногенной среды становятся базовыми для современного человека.

Применение электронных средств в образовании нужно рассматривать как педагогический приём, расширяющий возможности обучения. Это не курс информатики или программирования, это средство передачи знаний, привязанное к определённой предметной области.

Оптимальная модель использования новых технологий в действующей системе образования – умелое сочетание общения с преподавателем, коммуникаций и цифровых технологий. Это ни в коем случае не игнорирование и не замена преподавателя.

Репозиторий ГГУ

Предварительная апробация наших материалов продемонстрировала удобство и эффективность применения технологии QR-кодов в учебном процессе.

Обращение к QR-кодам при создании учебно-методических материалов и работе с ними подкупает своей простотой. Стоит открыть нужную страницу пособия, сфотографировать код – и после окончания загрузки на телефон на экране появляется требуемая информация.

Возникли серьёзные проблемы в использовании всего комплекса современных электронных средств в образовательном процессе. Для организации правильного и эффективного их применения необходимо, во-первых, нахождение баланса между опорой на ресурсы личности и электронной техники в обучении; во-вторых, продуктивное применение новейших технических устройств на основе повышения уровня знаний и навыков педагогов и учеников в русле обращения к постоянно модернизирующимся ИКТ; в-третьих, самое главное, разработка и насыщение учебного процесса соответствующей научно обоснованной дидактической базой, адекватной современным ИКТ.

В перспективе мобильное обучение можно усовершенствовать посредством обратной связи с обучаемыми (например, с помощью сервиса Viber). Также можно организовать учёт статистики и географии посещений учебных занятий. Несомненно, богатое воображение и фантазия преподавателя (да и руководителей учреждений образования) позволят расширить круг возможностей применения QR-кодов.

В предложенном подразделе нетрадиционно представлен список использованных источников. Это сделано специально, чтобы читатель смог наглядно увидеть преимущества технологии QR-кодирования. Рядом с аннотацией источника приводится QR-код, по которому сразу же с помощью мобильного телефона можно перейти к полному содержанию источника.

Галузо, И.В. QR-коды в образовательной деятельности / И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Адукацыя і выхаванне. – 2018. – № 2. – С. 32–40.

https://drive.google.com/open?id=1ekUi1Y2ujoDUiWrQv_spM0fRsrJUqNR0

При написании статьи ставилась задача показать возможности использования новых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании.

Репозиторий ВГУ

Список дополнительных источников

1. *Воробьёва, В.М.* Использование QR-кодов во внеурочной деятельности: метод. пособие / В.М. Воробьёва. – М.: ТемоЦентр, 2013. – 98 с.
http://dpo.temocenter.ru/images/metodichka/docs/3-QR-code.pdf

Методическое пособие предназначено для применения QR-кодов специалистами образовательных учреждений во внеурочной деятельности (классные часы, внеклассные мероприятия, музейная и библиотечная деятельность и т.п.).

2. *Литус, К.Д.* О применении конкретной информационной технологии в обучении студентов математическому анализу / К.Д. Литус // Молодой учёный. – 2016. – № 5. – С. 706–709.
https://moluch.ru/archive/109/26562/

В статье рассказывается о применении информационных технологий, в частности QR-кодов, в высшем образовании на примере дисциплины «Математический анализ». Излагаются проблемы, которые возникают перед преподавателем и студентом в настоящее время. Даётся основная терминология в сфере информационных технологий. Приводятся причины применения такого метода обучения, а также пример использования QR-кода на занятиях в высшей школе.

3. *Герасимова, И.В.* Использование QR-кодов в образовании / И.В. Герасимова, Т.В. Горенко // Научные исследования: от теории к практике: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 6 нояб. 2015 г.: в 2 т. Т. 1. – Чебоксары: Интерактив плюс, 2015. – № 4(5). – С. 140–143.
https://interactive-plus.ru/ru/article/13310/discussion_platform

Статья о неформальном обучении на уроках химии с помощью QR-кодов.

4. *Баданов, А.Г.* Использование QR-кодов в образовании [Электронный ресурс] / А.Г. Баданов // III интернет-конференция «Социальные сервисы WEB 2.0 в образовании: опыт, проблемы, перспективы» – Режим доступа: http://qr0.ru/6cF. – Дата доступа: 10.11.2017.

Рассматриваются возможности использования QR-кодов в прикладной деятельности в образовательном учреждении.

Репозиторий ВГ

ПРАКТИКА ВЫБОРА И УСТАНОВКИ СКАНЕРА QR-КОДОВ, МЕТОДИКА ОНЛАЙН СОЗДАНИЯ QR-КОДОВ

Выбор и установка сканера QR-кодов

С распространением смартфонов и планшетов считывание QR-кодов стало возможным на программном уровне без специальных сканеров. На сегодняшний день QR-кодам уже более 20 лет, однако только в последние годы они обрели настоящую популярность и распространились по всему миру. Огромную роль в этом сыграли мобильные платформы, распознавание на которых стало возможным посредством обычной камеры и специального программного обеспечения.

Какие программы используются для работы с QR-кодами? Их довольно много – самых разнообразных и под любые платформы, достаточно поискать по запросу «QR-code», воспользовавшись любой поисковой системой в интернете.

Пользователь по своему усмотрению может выбрать и установить на мобильный телефон или планшет из PlayMarket даже несколько сканеров. Например, QR Reader или QR Scanner от Kaspersky Lab, тем более что эти сканеры не сопровождаются вездесущей рекламой. В меню приложений есть опция истории сканирований и закладки. Поэтому после работы со сканером, не удаляя просмотренные только что QR-коды, всегда можно возвратиться к материалам, которые были просмотрены ранее (например, на лабораторных занятиях). Каким из сканеров вы будете пользоваться, решать только Вам.

В поисковике приложения к мобильному телефону PlayMarket набираем «QR сканер». Будут предложены десятки разных сканеров, которые после выбора можно будет установить на Ваше устройство. Вам встретятся сканеры с рекламой или без нее, платные или бесплатные (об этом заранее предупреждают), даются некоторые описания и отзывы пользователей. По крайней мере, всегда можно как установить сканер на мобильное устройство, так и удалить его.

При сканировании кодов, которые перенаправляют пользователя к онлайн-контенту, таких как веб-сайты, разумеется, нужно подключение к интернету.

Рассмотрим несколько сканеров – табл. 2.

Допустим, на свой гаджет Вы установили какой-либо сканер. Кстати, вполне возможно, что в Вашей прошивке уже есть сканер QR-кодов. Что же дальше? Находим нужный QR-код, который следует считать. Запускаем скачанное (или уже ранее установленное) приложение. После запуска Вы увидите изображение с камеры – не удивляйтесь, так и положено. При наведении камеры на QR-код приложение автоматически его считает, то есть Вам не нужно нажимать на дополнительные кнопки. При этом Вы сразу увидите скрытое в коде описание.

Репозиторий ВГУ

Таблица 2

Краткое описание сканеров QR-кодов

Название сканера	Вид иконки на экране монитора	Краткие особенности
Молния QR-сканер		Для смартфона и планшета Android. Бесплатно. Есть реклама. Имеется функция фонарика. Высокая скорость декодирования. Историю сканирований можно экспортировать по электронной почте или позже использовать ссылку.
Barcode reader & QR scanner		Автоматическое распознавание штрих-кодов и QR-кодов всех типов. Бесплатно. Есть реклама. Высокая скорость декодирования.
QR Code Reader		Приложение автоматически распознаёт любой код. Переключение передней или задней камеры для сканирования. Переключатель для включения света при сканировании в условиях низкой освещённости.
QRbot: сканер QR-кода и сканер штрих-кода		Поддерживает все распространённые форматы QR- и штрих-кодов. Защита от вредоносных ссылок. Фонарик и увеличение. Неограниченная история и её экспорт (в виде CSV-файла). Есть реклама.
QR-сканер Trend Micro™		Безопасный, бесплатный, без рекламы. Выполняет проверку безопасности URL-адресов для всех кодов, которые Вы сканируете. Пользователь не будет перенаправлен на веб-сайт, содержащий мошеннический, вредоносный или опасный контент.
QR Scanner		Бесплатный сканер Kaspersky QR Scanner защищает от QR-кодов с опасными ссылками, ведущими на вредоносные и фишинговые ресурсы. Информация с отсканированных QR-кодов остаётся на устройстве, позволяя вернуться к старым ссылкам, изображениям и сайтам. Имеется история просмотров.

Инструкцию «Как установить QR-сканер на андроид-смартфоне» можно просмотреть пройдя по ссылке: https://youtu.be/fjuCIJm945s.

Создание QR-кодов

Произвести QR-код несложно, нужен лишь генератор для его создания, чаще всего доступный онлайн, который весьма прост

Репозиторий БГУ

в применении и не требует каких-либо специальных знаний. Для этого в свободном доступе существует множество ресурсов. Приведём лишь некоторые из них – табл. 3.

Таблица 3

Сервисы для создания QR-кодов

Название онлайн-генератора QR-кодов и его URL адрес	QR-код онлайн-генератора	Краткие особенности
QR Coder http://qrcoder.ru		Русскоязычный сервис. Позволяет закодировать текст, ссылку на сайт, визитную карточку, SMS-сообщение. Имеет 6 вариантов размеров картинки кода.
QR Mania https://qrmania.ru		Помогает изменять цвет и скруглять углы на картинке кода. Кодирует текст, ссылку на сайт, телефон, SMS-сообщение, e-mail адрес, визитную карточку и др. Имеется ступенчатая (7–30%) коррекция ошибок. Есть функция сканирования и чтения кодов с камеры.
QR-код генератор онлайн https://generator-online.com/qrcode/		Возможность плавно задавать размер картинки в пикселях (100–1000) и радиусы скруглений (0–50%). Можно менять цвет кода и цвет фона.
QR-коды нового поколения http://qrcc.ru		Создаваемые коды имеют 4 уровня коррекции ошибок, цветной дизайн. Внесение надписей, логотипов и собственных рисунков в код расширяет функциональные возможности кодов. Возможность подписать QR-код снизу и сверху произвольным текстом. Можно создавать разновидности обычного кода: Micro QR-код и DataMatrix. Имеется подробная инструкция для пользователя.
Генератор QR-кода http://8500.ru/qrcode/		Наряду со стандартными возможностями генератор позволяет превратить пиксельный QR-код в плавный, красивый и необычный рисунок (4 градации сглаживания, максимум показан в качестве примера). Имеется подробная инструкция для пользователя.

Репозиторий ВГУ

Автоматическая генерация QR-кодов и публикация различных документов возможны с помощью онлайн сервиса TagMyDoc (http://www.tagmydoc.com). Этот сервис представляет собой виртуальную флешку, на которой можно разместить различные документы (до 100 файлов, не более 5 Мбт каждый) с внедрённым кодом и организовать к ним доступ пользователей. При загрузке файла на сервис в документ автоматически встраивается (документ помечается) его QR-код. Сервис ведёт статистику прочтения/закачек. В образовании сервис можно применять как файлохранилище, для рассылки заданий и материалов урочной и внеурочной деятельности. Инструкцию по использованию сервиса TagMyDoc можно просмотреть по ссылке, представленной QR-кодом (рис. 54) или по URL-адресу https://sites.google.com/site/badanovweb2/home/tagmydoc.

Рис. 54. **QR-код инструкции по использованию сервиса TagMyDoc**

Однако, на наш взгляд, самый удобный вариант хранения оригиналов методических материалов, которые связываются с QR-кодами, – на сервере учебного заведения. В этом случае отсекается неизбежная реклама, когда применяются материалы напрямую с разных сайтов интернета.

Независимо от того, какой сервис Вами был выбран, алгоритм создания кода для всех одинаков:

1. Задайте, что именно Вы хотите поместить в QR-код: URL, текст, телефонный номер или SMS. От данного выбора зависит, что программа-сканер гаджета пользователя будет делать с полученной информацией после сканирования: открывать браузер, звонить или открывать программу редактирования SMS-сообщений.

2. Введите данные, которые Вы посчитаете нужными.

3. Сгенерируйте код нужного размера, цвета, с логотипом, надписями и т.д.

Следует обязательно отметить, что некоторые генераторы кодов (например, генератор кодов нового поколения http://qrcc.ru) имеют опции сокращения ссылок на страницы интернета. Зачем сокращать ссылки? Некоторые ссылки в текстовом варианте выглядят очень длинными (иногда занимают несколько строк). Так как подобная ссылка в текстовом виде содержит большое количество знаков, то и соответствующий ей QR-код будет содержать значительное количество элементов, то есть будет довольно громоздким. Такой сложный QR-код может быть некорректно считан мобильным

Репозиторий ВГУ

устройством. Поэтому для решения данной проблемы часто используются сервисы с сокращением веб-ссылок.

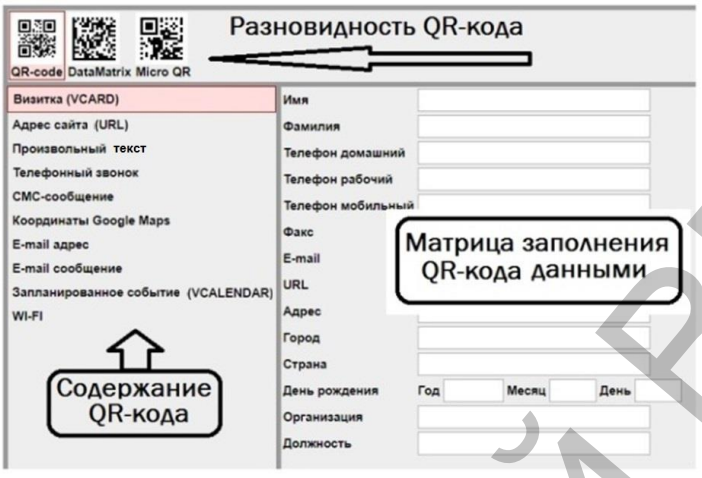


Рис. 55. **Создание QR-кода для визитки**

И ещё одна важная особенность при создании QR-кодов. Существуют обычные статические и динамические QR-коды. Что такое динамические QR-коды?

Допустим, Вы желаете изменить тип QR-кода или зашифрованную в коде информацию? Динамические QR-коды можно изменять в любое время, даже если они уже были напечатаны. Например, внести изменения в адрес, телефон или список, скорректировать текст и т.п.

Таким образом, функции и информационное содержание динамических QR-кодов можно впоследствии изменять, не меняя при этом уже напечатанные коды. Кроме того, динамические QR-коды позволяют собирать статистические сведения о сканировании (количество, время и место сканирования). В отличие от статических кодов, которые не поддерживают эти функции, здесь используется так называемый URL-адрес перенаправления, который в свою очередь непосредственно ссылается на зашифрованную Вами информацию. В определённой мере динамические коды усилили бы контролирующую функцию в педагогическом процессе.

К сожалению, большинство сервисов предоставляют услугу создания динамических QR-кодов только на платной основе. Однако некоторые в качестве теста дают от одного до трёх таких кодов бесплатно. Одним из примеров генератора статических и динамических кодов является сервис TrustThisProduct (https://qrcode.trustthisproduct.com/free-qr-code-generator.php?lang=ru).

Репозиторий ВГУ

Рассмотрим более подробно процесс создания QR-кода на примере генератора кодов нового поколения.

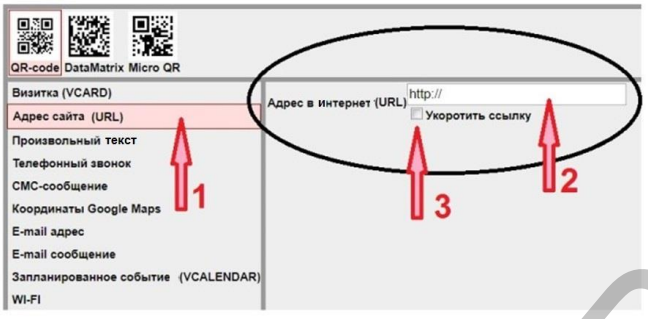


Рис. 56. **Создание QR-кода для адреса сайта**

По ссылке http://qrcc.ru находим онлайн-генератор. Сразу же попадаем на главную страницу сайта с краткой информацией о QR-кодах. Выбираем опцию «Генератор QR-кода» и автоматически переходим на форму выбора разновидности кода (QR code, DataMatrix, Micro QR) и его содержания (визитка, адрес сайта, текст и т.д.). По умолчанию генератор предлагает создание визитки (рис. 55).

Для создания QR-кода, например, с адресом сайта следует выбрать соответствующую строчку (1) в содержании кодов (рис. 56). В поле (2) ввести нужный адрес и при необходимости укоротить ссылку – в поле (3) поставить «птичку».

После этого оформляем QR-код, пользуясь матрицей, показанной на рис. 57. Кстати, можно даже не работать с данной матрицей, а сразу нажать кнопку «Создать код». По умолчанию будет сгенерирован код без текста и иконок внутри кода и сопровождающих надписей (над кодом и под кодом). Размер кода автоматически будет принят «×1» (самый маленький из четырёх возможных). Генератор предусматривает возможность изменять цвет кода, цвет фона и цвет текста – для выбора палитры достаточно «кликнуть» на соответствующие квадратики.

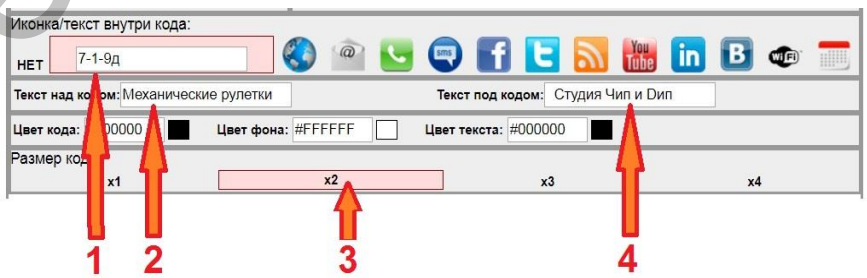


Рис. 57. **Матрица оформления QR-кода**

Репозиторий ВГУ

Например, на рис. 58 был выбран текст «7-1-9д» внутри кода (1), «Механические рулетки» – над кодом (2), «Студия Чип и Дип» – под кодом (4). Размер кода (3) – «×2». Цветовая гамма оставлена чёрно-белой.

Результат генерирования кода показан на рис. 58. Внедрённые в код надписи несут дополнительную информацию о содержании кода. Зашифрован видеоролик «Механические рулетки» производства студии Чип и Дип.

Рис. 58. **Пример QR-кода с надписями**

Надписи на QR-кодах весьма удобны при неоднократном использовании картинок кодов для разных целей: например, в различных вариантах контрольных заданий, инструкций, методических разработок и пр.

У QR-кодов есть способность хранить в себе небольшие по объёму тексты, которые доступны и без подключения к интернету, тем самым увеличиваются их возможности (опция «Произвольный текст»).

Иногда требуется произвести распознавание адреса по QR-коду. Для этой цели можно применять сервис https://webqr.com для создания (Create) и сканирования (Scan) кодов – рис. 59. Достаточно вставить графический файл с кодом в рамку, и ниже сразу же будет показан электронный адрес ссылки (URL). В данном случае продемонстрирована расшифровка QR-кода «Механические рулетки».

Рис. 59. **Вид генератора и сканера QR-кода «webqr»**

Репозиторий ВГУ

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К ДЕМОНСТРАЦИОННОМУ ЭКСПЕРИМЕНТУ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QR-КОДОВ (7–11 КЛАССЫ)

В данном подразделе подобраны видеоматериалы в соответствии с действующей программой и примерным тематическим планированием по физике для 7–11 классов. Все материалы имеют ссылки на интернет-ресурсы с помощью QR-кодов, что значительно упрощает поиск и просмотр нужной информации к урокам по физике с помощью планшетов и смартфонов. Рядом с QR-кодами помещены скриншоты характерных кадров видео или отдельных слайдов презентаций, что ориентирует пользователя в содержании видеофрагментов.

Материалы подобраны по темам учебных программ и структурированы по разделам: «Теоретические материалы», «Фронтальные лабораторные работы», «Демонстрации, опыты, компьютерные модели». Предложенный подраздел в первую очередь адресован студентам для изучения дисциплины «Методика преподавания физики» на лабораторных и семинарских занятиях.

Информатизация образования в настоящее время ориентируется на создание эффективных электронных образовательных комплексов. Развитие информационного общества обуславливает необходимость модернизации системы образования на инновационной основе.

Традиционно компьютеризацию образовательного и воспитательного процесса связывают с компьютерными классами и кабинетами в учебных заведениях. Сегодня информационные компьютерные технологии – это уже не только персональный компьютер со стандартной периферией, интернетом и рядом офисных и прикладных программ. Данная область стала значительно обширнее с появлением гаджетов – сравнительно небольших электронных устройств, применяемых в разных сферах человеческой деятельности (смартфоны, планшеты, игровые приставки, очки для дополненной и виртуальной реальности, а также многое другое).

Постепенно мобильные устройства проникают и в сферу образования. Проблемы человеко-компьютерного взаимодействия в нынешнее время становятся всё более актуальными. В дискуссионном поле педагогов и общественности всё более часто обсуждается способ взаимодействия компьютера и школьника или студента. По крайней мере, в сложившейся ситуации уже нельзя отмахнуться от проблемы

Репозиторий ВГУ

гаджетов в образовании, так или иначе (в явном или неявном виде) они уже «оккупировали» учебные заведения.

Существующая система дистанционного обучения на основе MOODLE, широко применяемая в ряде учебных заведений, в некоторых случаях становится неэффективной. Например, лабораторный практикум по физике и ряду других дисциплин характеризуется значительным количеством сложного оборудования. В лаборатории практически нет места для установки стационарных компьютеров и даже ноутбуков и не всегда учителю открыт доступ в компьютерный класс, в котором нет возможности разместить лабораторное оборудование.

В чём же смысл кодирования информации в каком-то QR-коде? Не проще ли дать ссылку на необходимый сайт, а не кодировать? Оказывается, не проще. Кодирование информации в определённых графических символах позволяет удобно и быстро считывать эту информацию с помощью специальных сканеров. Вспомним, что на кассах в торговых точках теперь не приходится смотреть на ценник и кассиру вручную набирать цену на кассовом аппарате. QR-код делается для похожих целей. Как правило, этот код считывается специальной программой, установленной на гаджет, после чего мобильное устройство действует в зависимости от вида информации, заложенной в QR-код. Если это адрес сайта, то открывает сайт в браузере. Если это электронная визитка, то добавляет нового абонента в контакт-лист. Если это обычный текст, то просто выводит его на экран.

В связи с этим большинство современных инструктивно-методических материалов снабжаются QR-кодами. QR-код (quick response, быстрое реагирование) – разновидность штрих-кода, с помощью которого можно легко закодировать и считать какую-либо информацию (текст, ссылку на сайт, рисунок, видеоклип и т.п.). Основное достоинство QR-кода – легкое распознавание сканирующим оборудованием, в том числе и фотокамерой мобильного телефона или планшета. Прочтение кода направит пользователя на нужный сайт, избавляя от необходимости тщательно вводить множество знаков в адресной строке браузера. По этой причине QR-коды приобретают уникальные функции за счёт быстрого доступа студента и школьника к базе дополнительных материалов, относящихся к учебному или воспитательному процессу.

Возможности использования QR-кодов в образовательной деятельности – это возможности, которые на первый взгляд могут показаться несколько необычными, нетрадиционными, однако

Репозиторий ВГУ

современная педагогическая практика показывает эффективность их применения.

Дополнительные дидактические материалы хранятся на серверах, а доступ к ним пользователем осуществляется непосредственно из учебного класса с приборами и установками, при этом используется только мобильный телефон или планшет. Разумеется, что условиями организации такого вида занятий являются установка на гаджет приложения, считывающего QR-коды, и наличие доступа к интернету.

В основном для лабораторных работ и демонстрации опытов используются преимущественно краткие видеофайлы (не более 5–10 минут), снятые самими школьниками, студентами, лаборантами или преподавателями. После просмотра дополнительного материала у студента или школьника снимается ряд вопросов. Особенно ценны QR-коды при выполнении лабораторных работ, связанных с визуализацией объектов в цвете (спектры, интерференция, дифракция) – ведь в стандартных методических указаниях иллюстрации чёрно-белые и обучаемому не с чем сравнить полученный результат. Кроме того, нужные для изучения разделы школьник или студент может «просканировать» и просмотреть до начала занятий, что позволяет более осмысленно подходить к выполнению заданий на занятиях. Таким образом, на занятия студенты и ученики приходят практически подготовленными, в данном случае максимально реализуется педагогический принцип индивидуализации подхода к обучению.

Навыки цифровой культуры, компетентности в использовании цифровых технологий для обучения и познания в условиях техногенной среды становятся базовыми для современного человека.

Применение мобильных электронных средств в образовании нужно рассматривать как педагогический приём, расширяющий возможности обучения. Это средство передачи знаний, привязанное к определённой предметной области. Предлагаемые материалы подраздела позволяют организовать *смешанное обучение*, или blended learning, – современная образовательная технология, в основе которой лежит концепция объединения технологий «классно-урочной системы» и технологий электронного обучения, базирующегося на новых дидактических возможностях, предоставляемых информационными компьютерными технологиями и современными учебными средствами.

В отличие от традиционной формы организации лекций и уроков, когда значительное время в аудитории отводится на объяснение нового материала, одна из моделей смешанного обучения подразумевает перенесение репродуктивной учебной деятельности на

Репозиторий ВГУ

самостоятельное (домашнее) изучение. Существенную помощь в оперативной организации этой работы оказывают QR-коды. В то же время работа в аудитории предполагает обсуждение изученного материала, разные виды деятельности, организацию индивидуальной и групповой форм работы.

Оптимальная модель использования новых технологий в действующей системе образования – это умелое сочетание общения с преподавателем, коммуникаций и цифровых технологий. Это ни в коем случае не игнорирование и не замена преподавателя. Цель – создание условий, в которых студенты и школьники смогут эффективно применять существующие технологии для формирования собственных знаний и индивидуальной траектории обучения.

Подобранные материалы позволят студентам увидеть разные подходы к организации теоретических и лабораторных занятий, перенять (или усовершенствовать) представленные приёмы подачи материала для своей будущей профессиональной деятельности. Для школьников видеоматериалы послужат отличным дополнительным учебным пособием, которые в определённой степени заменят справочник, репетитора или подготовительные курсы. В процессе обучения экран гаджета превращается в школьную доску, а смартфон подробно «объясняет» учебный материал, сопровождая изложение динамическими иллюстрациями, выводом формул и показом схем, а также приборов, которые могут отсутствовать в школьном кабинете физики.

Данный подраздел можно определить как библиотеку мультимедийных материалов по школьному курсу физики, представленные QR-ссылки позволят конструировать многие дидактические материалы.

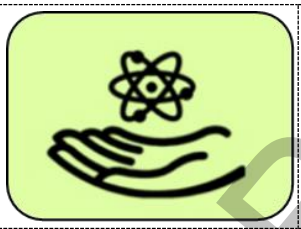
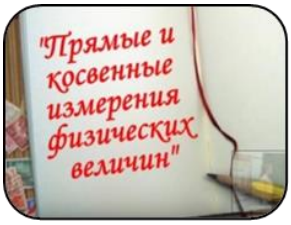
Для удобства пользования предлагаемые материалы структурированы по классам и изучаемым темам, причём, выделены теоретические вопросы, фронтальные лабораторные работы и демонстрационный эксперимент. Все фрагменты учебных материалов, кроме названия и QR-кода, сопровождаются скриншотом одного из характерных видеокадров учебного фильма или презентации.

Репозиторий ВГУ

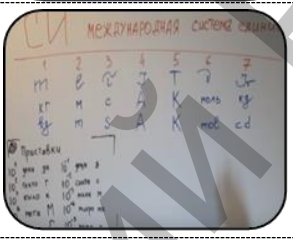
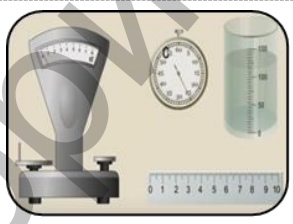
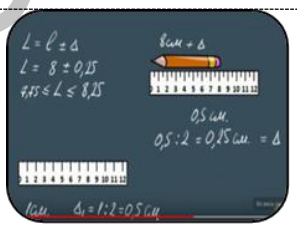
7 класс

Тема 1. Физические методы познания природы

Теоретические вопросы

7-1-1т. Физика – наука о природе.		
7-1-2т. Связь физики с другими науками.		
7-1-3т. Физика и техника.		
7-1-4т. Основные понятия: физическое тело, физическое явление, физическая величина.		
7-1-5т. Методы исследования в физике.		
7-1-6т. Прямые и косвенные измерения физических величин.		

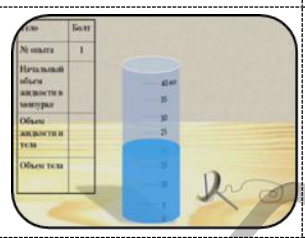
Репозиторий МГПУ

7-1-7т. Единицы измерения физических величин.		
7-1-8т. Перевод единиц измерения физических величин.		
7-1-9т. Международная система единиц.		
7-1-10т. Измерительные приборы.		
7-1-11т. Погрешность измерений.		
7-1-12т. Понятие о точности измерения.		

Фронтальные лабораторные работы

7-1-1л. Определение цены деления шкалы измерительного прибора.		

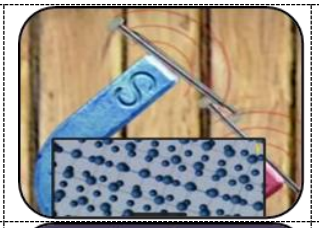
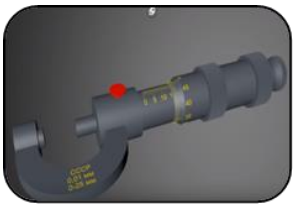
Репозиторий ВГУ

7-1-2л. Измерение размеров малых тел.		
7-1-3л. Измерение объёма.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

7-1-1д. Прямолинейное распространение света. Получение тени и полутени.		
7-1-2д. Звучание камертона.		
7-1-3д. Звучание струны.		
7-1-4д. Плавление парафина.		
7-1-5д. Электризация тел.		

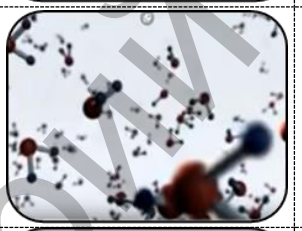
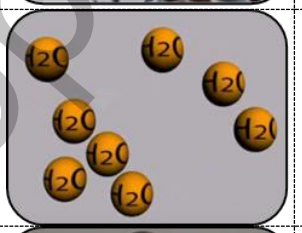
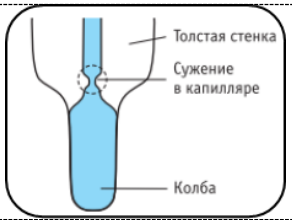
Репозиторий БГПУ

7-1-6д. Притяжение тел к магниту.		
7-1-7д. Определение цены деления шкалы.		
7-1-8д. Измерение углов. Транспортир.		
7-1-9д. Механические рулетки.		
7-1-10д. Измерение штангенциркулем.		
7-1-11д. Как пользоваться микрометром.		
7-1-12д. Измерительные приборы: стрелочные, со шкалой с различной ценой деления шкалы.		
7-1-13д. День открытых дверей в центре стандартизации, метрологии и сертификации (г. Калинковичи).		

Репозиторий ГГУ

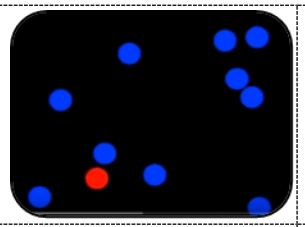
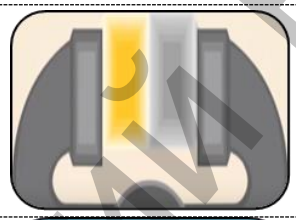
Тема 2. Строение вещества

Теоретические вопросы

7-2-1т. Строение вещества.		
7-2-2т. Как можно экспериментально подтвердить, что вещество состоит из мельчайших частиц.		
7-2-3т. Молекулы, атомы.		
7-2-4т. Тепловое движение частиц вещества.		
7-2-5т. Тепловое расширение тел.		
7-2-6т. Взаимодействие частиц вещества.		
7-2-7т. Термометр.		

Репозиторий ВГУ

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

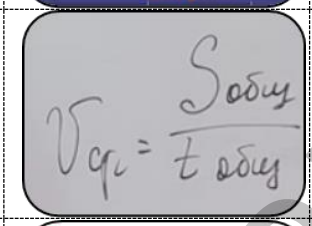
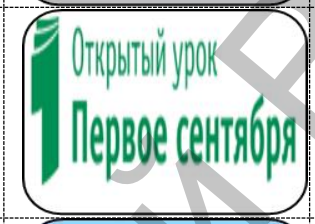
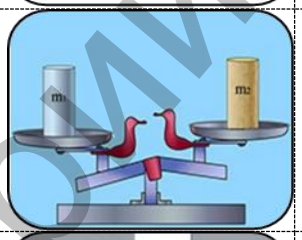
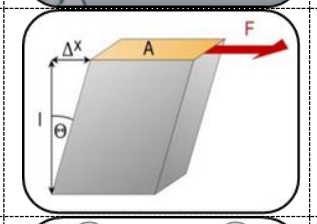
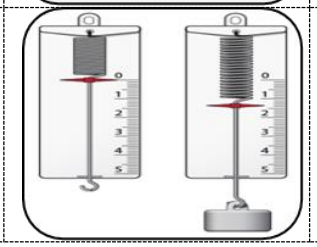
7-2-1д. Модель хаотического движения частиц.		
7-2-2д. Диффузия паров брома.		
7-2-3д. Диффузия в твёрдых телах.		
7-2-4д. Взаимодействие молекул.		
7-2-5д. Галлий – металл, который плавится в руке.		
7-2-6д. Термометр из бутылки.		

Тема 3. Механическое движение и взаимодействие тел

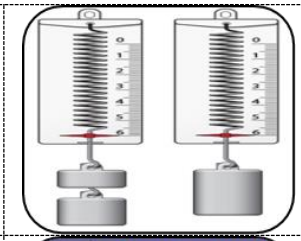
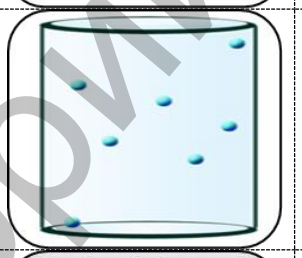
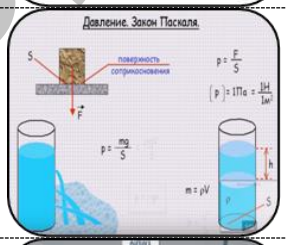
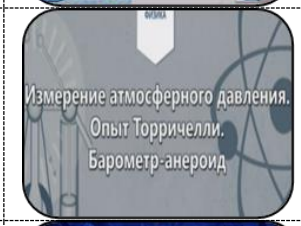
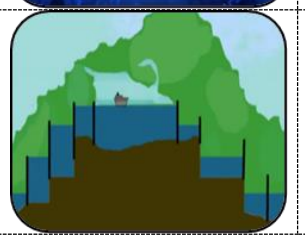
Теоретические вопросы

7-3-1т. Механическое движение. Траектория.		

Репозиторий ВГУ

7-3-2т. Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Графики.		
7-3-3т. Неравномерное движение. Средняя скорость.		
7-3-4т. Взаимодействие тел. Масса.		
7-3-5т. Плотность вещества.		
7-3-6т. Явления тяготения. Сила тяжести.		
7-3-7т. Единицы силы. Связь между силой тяжести и массой тела.		
7-3-8т. Деформации. Сила упругости.		
7-3-9т. Динамометр.		

Репозиторий РГПУ

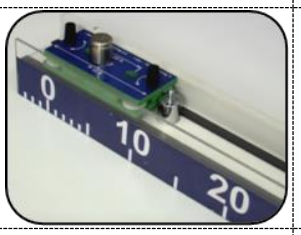
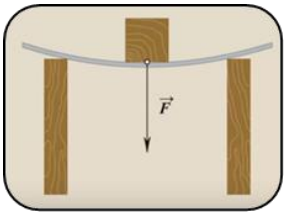
7-3-10т. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил.		
7-3-11т. Трение. Сила трения. Трение в природе и технике.		
7-3-12т. Давление твёрдых тел. Единицы давления.		
7-3-13т. Давление газов.		
7-3-14т. Гидростатическое давление. Закон Паскаля.		
7-3-15т. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометр-анероид.		
7-3-16т. Изобретение барометра.		
7-3-17т. Как работают шлюзы.		

Репозиторий РГУ

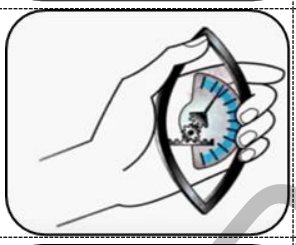
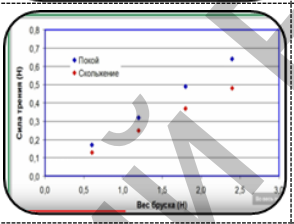
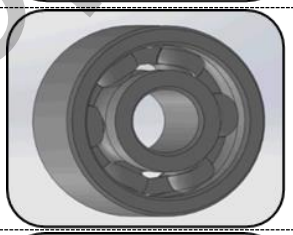
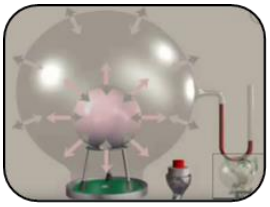
4Фронтальные лабораторные работы

7-3-4л. Изучение неравномерного движения.		
7-3-5л. Измерение плотности вещества.		
7-3-6л. Изучение силы трения.		

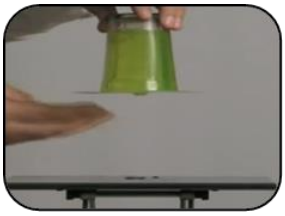
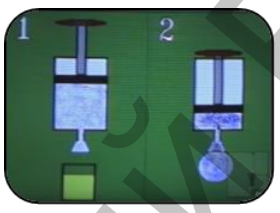
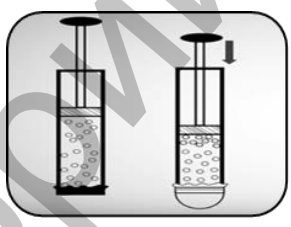
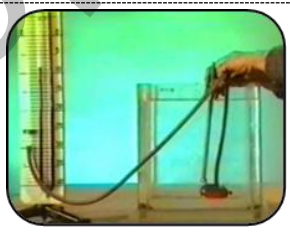
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

7-3-1д. Приборы для измерения времени: секундомер, метроном, песочные часы и др.		
7-3-2д. Равномерное прямолинейное движение.		
7-3-3д. Неравномерное движение.		
7-3-4д. Деформация различных тел.		

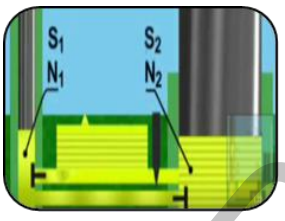
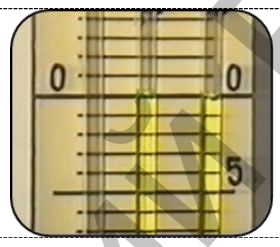
Репозиторий РГПУ

7-3-5д. Тела одинакового объёма и разной массы и одинаковой массы и разного объёма.		
7-3-6д. Измерение силы различными динамометрами.		
7-3-7д. Измерение силы трения скольжения.		
7-3-8д. Трение качения.		
7-3-9д. Шариковые подшипники.		
7-3-10д. Роликовые подшипники.		
7-3-11д. Зависимость давления твёрдого тела от силы давления и площади опоры.		
7-3-12д. Давление газа.		

Репозиторий РГПУ

7-3-13д. Атмосферное давление.		
7-3-14д. Атмосферное давление и воздушный шарик.		
7-3-15д. Зависимость давления газа от его объёма.		
7-3-16д. Передача внешнего давления жидкостями и газами.		
7-3-17д. Зависимость давления жидкости на дно и стенки сосуда от глубины.		
7-3-18д. Закон Паскаля в экспериментах и опытах.		
7-3-19д. Сообщающиеся сосуды.		
7-3-20д. Опыт с полушариями.		

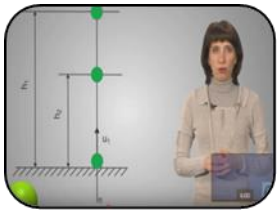
Репозиторий ВГУ

7-3-21д. Устройство и действие поршневого насоса.		
7-3-22д. Устройство и принцип работы гидравлического домкрата.		
7-3-23д. Жидкостной манометр.		

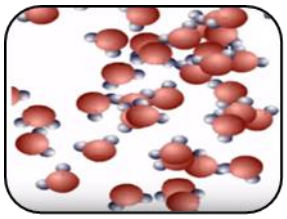
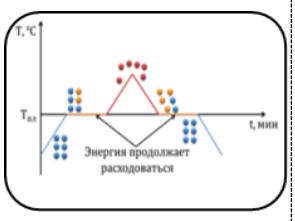
8 класс

Тема 1. Тепловые явления

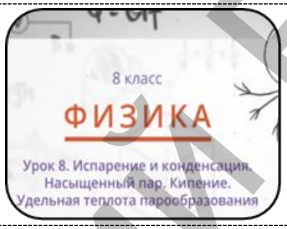
Теоретические вопросы

8-1-1т. Тепловые явления.		
8-1-2т. Внутренняя энергия.		
8-1-3т. Способы изменения внутренней энергии.		

Репозиторий ВГУ

8-1-4т. Теплопроводность.		
8-1-5т. Количество теплоты.		
8-1-6т. Удельная теплоёмкость вещества.	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$	
8-1-7т. Удельная теплота сгорания топлива.		
8-1-8т. Экономия тепловой энергии в быту.		
8-1-9т. Плавление и кристаллизация.		
8-1-10т. Удельная теплота плавления.		

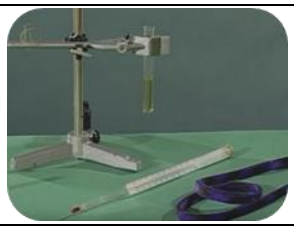
Репозиторий ВГУ

8-1-11т. Испарение и конденсация.		
8-1-12т. Кипение.		
8-1-13т. Удельная теплота парообразования.		

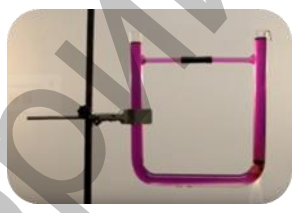
Фронтальные лабораторные работы

8-1-1л. Сравнение количеств теплоты при теплообмене.		
8-1-2л. Измерение удельной теплоёмкости вещества.		

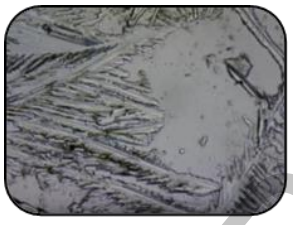
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

8-1-1д. Изменение внутренней энергии совершением механической работы.		
8-1-2д. Теплопроводность твёрдых тел.		

Репозиторий ВГУ

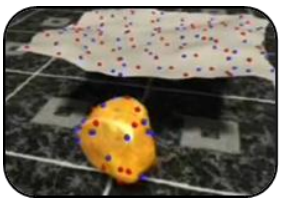
8-1-3д. Теплопроводность жидкостей и газов.		
8-1-4д. Теплопроводность металлов.		
8-1-5д. Воздушный шарик и свеча – опыты с теплопроводностью.		
8-1-6д. Конвекция в жидкостях.		
8-1-7д. Конвекция в газах.		
8-1-8д. Излучение и поглощение энергии телами с различной окраской поверхности.		
8-1-9д. Калориметр.		
8-1-10д. Плавление и кристаллизация олова.		

Репозиторий ГГУ

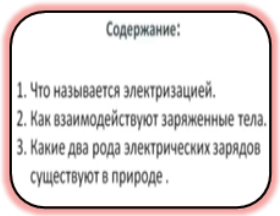
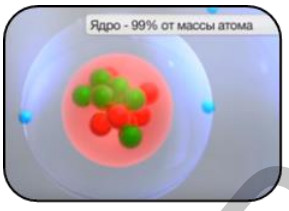
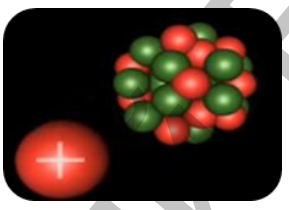
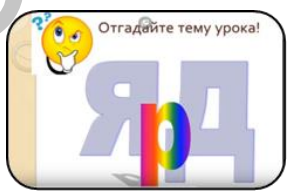
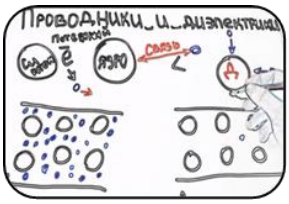
8-1-11д. Кристаллизация поваренной соли.		
8-1-12д. Кристаллизация медного купороса.		
8-1-13д. Охлаждение жидкости при испарении.		
8-1-14д. Зависимость испарения жидкости от рода жидкости, поверхности, температуры.		
8-1-15д. Зависимость температуры кипения от внешнего давления.		

Тема 2. Электромагнитные явления

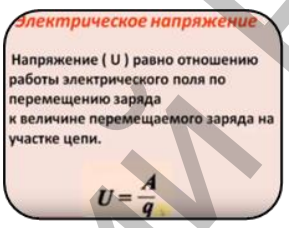
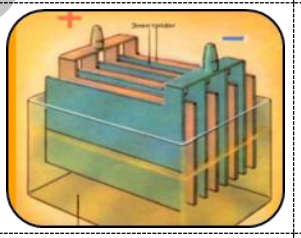
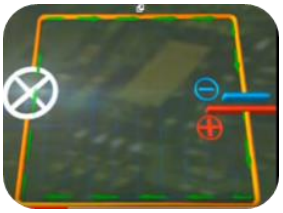
Теоретические вопросы

8-2-1т. Электризация тел.		
8-2-2т. Взаимодействие электрических зарядов.		

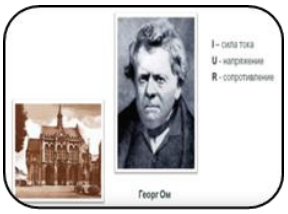
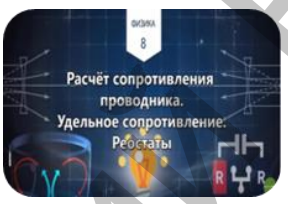
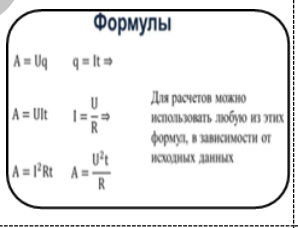
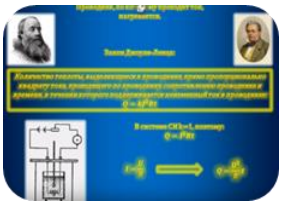
Репозиторий ВГУ

8-2-3т. Электрические заряды.		
8-2-4т. Состав атома.		
8-2-5т. Строение атома.		
8-2-6т. Электрон и протон.		
8-2-7т. Элементарный заряд.		
8-2-8т. Ионы.		
8-2-9т. Проводники и диэлектрики.		

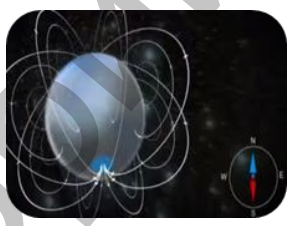
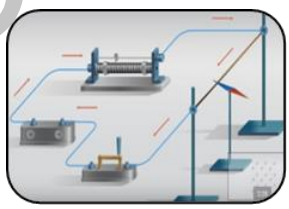
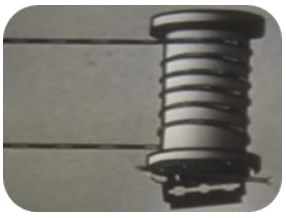
Репозиторий

8-2-10т. Электризация через влияние. Молния.		
8-2-11т. Электрическое поле.		
8-2-12т. Электрическое напряжение.		
8-2-13т. Электрический ток.		
8-2-14т. Источники электрического тока.		
8-2-15т. Электрическая цепь.		
8-2-16т. Направление электрического тока.		

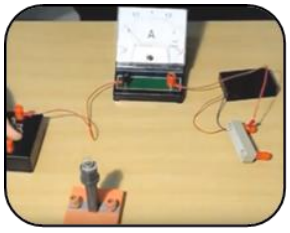
Репозиторий ВГУ

8-2-17т. Закон Ома для участка электрической цепи.		
8-2-18т. Электрическое сопротивление. Единицы сопротивления.		
8-2-19т. Расчёт сопротивления проводника. Удельное сопротивление. Реостаты.		
8-2-20т. Последовательное и параллельное соединение проводников.		
8-2-21т. Работа электрического тока.		
8-2-22т. Мощность электрического тока.		
8-2-23т. Закон Джоуля–Ленца.		

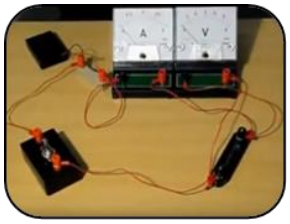
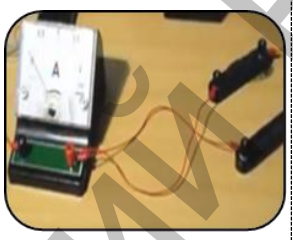
Репозиторий БГПУ

8-2-24т. Использование и экономия электроэнергии.		
8-2-25т. Постоянные магниты.		
8-2-26т. Магнитное поле.		
8-2-27т. Магнитное поле Земли.		
8-2-28т. Магнитное поле тока.		
8-2-29т. Электромагнит.		

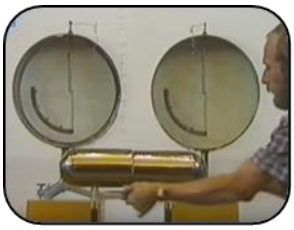
<u>Фронтальные лабораторные работы</u>

8-2-3л. Сборка электрической цепи и измерение силы тока в ней.		

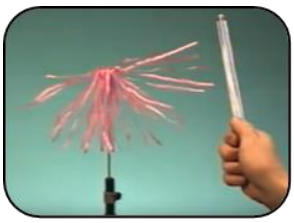
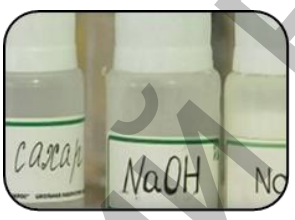
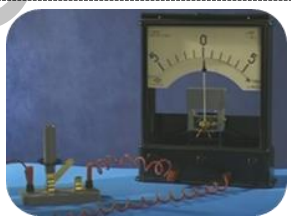
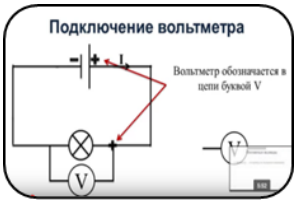
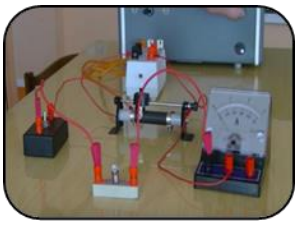
Репозиторий МГПУ

8-2-4л. Измерение напряжения и сопротивления проводника.		
8-2-5л. Изучение последовательного соединения проводников.		
8-2-6л. Изучение параллельного соединения проводников.		

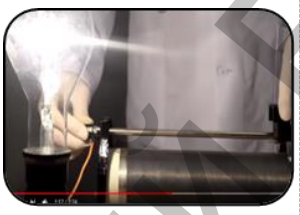
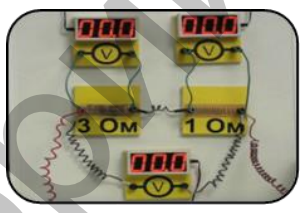
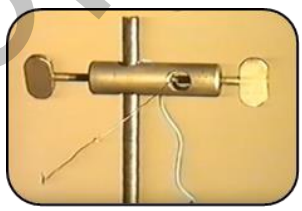
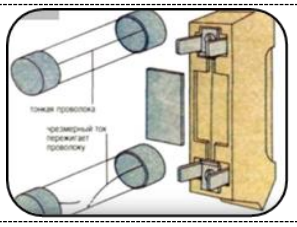
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

8-2-1д. Способы электризации тел.		
8-2-2д. Электризация через влияние.		
8-2-3д. Два рода зарядов.		
8-2-4д. Устройство и действие электроскопа.		

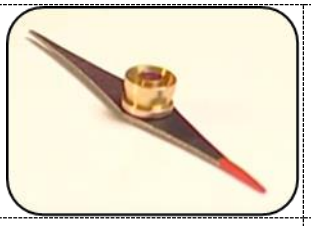
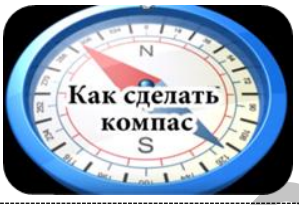
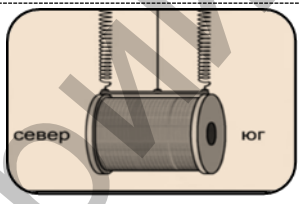
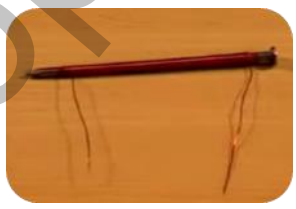
Репозиторий ВГУ

8-2-5д. Взаимодействие заряженных тел.		
8-2-6д. Эксперименты по электростатике.		
8-2-7д. Проводимость проводников и диэлектриков.		
8-2-8д. Действия электрического тока.		
8-2-9д. Амперметр.		
8-2-10д. Вольтметр.		
8-2-11д. Зависимость силы тока от напряжения на участке цепи и сопротивления этого участка.		

Репозиторий РГПУ

8-2-12д. Зависимость сопротивления проводников от их длины, площади поперечного сечения и рода вещества.		
8-2-13д. Устройство и действие реостата.		
8-2-14д. Реостат и электрические лампочки.		
8-2-15д. Последовательное и параллельное соединение проводников.		
8-2-16д. Закон Джоуля–Ленца.		
8-2-17д. Электрические нагревательные приборы.		
8-2-18д. Плавкие предохранители.		
8-2-19д. Взаимодействие постоянных магнитов.		

Репозиторий ВГУ

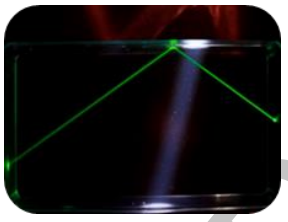
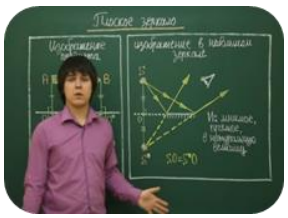
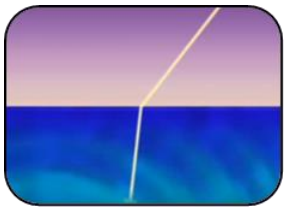
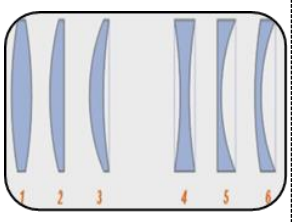
8-2-20д. Действие магнитного поля Земли на магнитную стрелку.		
8-2-21д. Компас.		
8-2-22д. Магнитное поле прямого провода проводника с током.		
8-2-23д. Магнитное поле катушки с током.		
8-2-24д. Электромагнит из гвоздя.		
8-2-25д. Применение электромагнитов.		

Тема 3. Световые явления

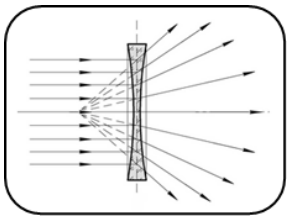
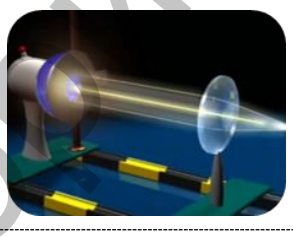
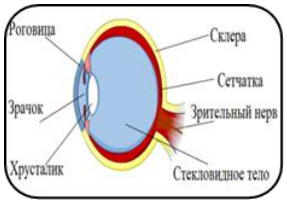
Теоретические вопросы

8-3-1т. Источники света.		

Репозиторий РГПУ

8-3-2т. История развития источников света.		
8-3-3т. Световые лучи.		
8-3-4т. Скорость распространения света.		
8-3-5т. Отражение света. Закон отражения света.		
8-3-6т. Плоское зеркало. Построение изображения предмета в плоском зеркале.		
8-3-7т. Преломление света.		
8-3-8т. Линзы.		

Репозиторий КГУ

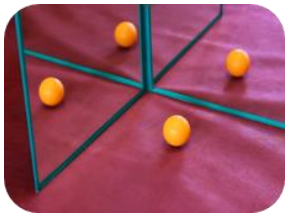
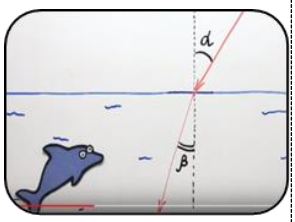
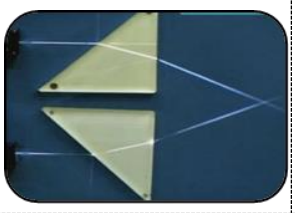
8-3-9т. Фокусное расстояние линзы.		
8-3-10т. Оптическая сила тонкой линзы.		
8-3-11т. Построение изображений в тонких линзах.		
8-3-12т. Ход лучей в линзах.		
8-3-13т. Глаз как оптическая система.		
8-3-14т. Близорукость и дальнозоркость.		
8-3-15т. Оптические приборы. Очки.		

Репозиторий РГУ

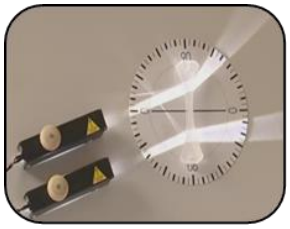
Фронтальные лабораторные работы

8-3-7л. Измерение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

8-3-1д. Прямолинейное распространение света.		
8-3-2д. Отражение света.		
8-3-3д. Зеркальное и рассеянное отражение света.		
8-3-4д. Изображение в плоском зеркале.		
8-3-5д. Преломление света.		
8-3-6д. Принцип действия линзы.		

Репозиторий РГУ

8-3-7д. Ход лучей в линзах.		
8-3-8д. Получение изображений с помощью линз.		
8-3-9д. Тест на близорукость и дальнозоркость		

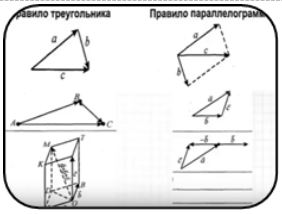
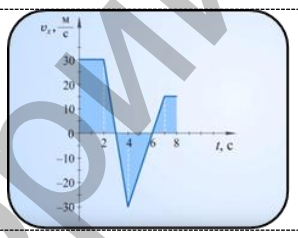
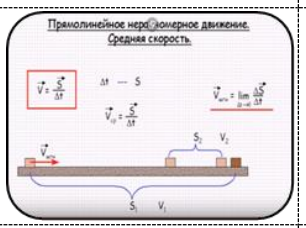
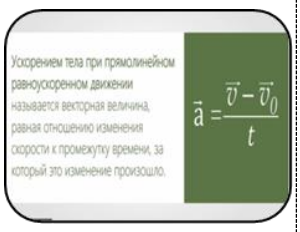
9 класс

Тема 1. Основы кинематики

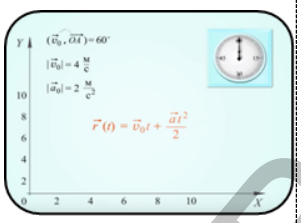
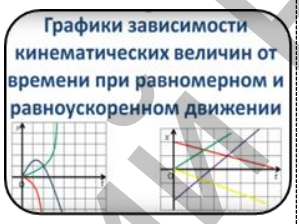
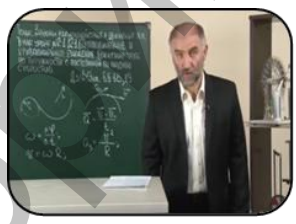
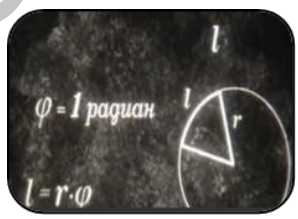
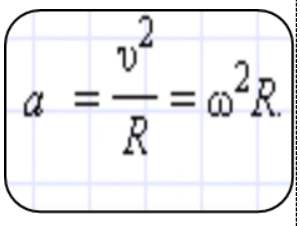
Теоретические вопросы

9-1-1т. Механическое движение.		
9-1-2т. Относительность движения.		
9-1-3т. Векторные и скалярные величины.		

Репозиторий РГУ

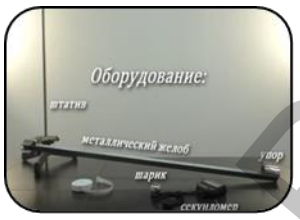
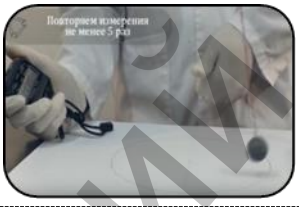
9-1-4т. Действия над векторами.		
9-1-5т. Проекции векторов на оси.		
9-1-6т. Путь и перемещение.		
9-1-7т. Определение модуля перемещения и пути по графику.		
9-1-8т. Прямолинейное равномерное движение. Скорость.		
9-1-9т. Прямолинейное неравномерное движение. Средняя и мгновенная скорости.		
9-1-10т. Сложение перемещений и скоростей, переход в другие системы отсчёта.		
9-1-11т. Ускорение.		

Репозиторий РГУ

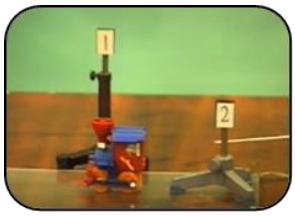
9-1-12т. Скорость при равнопеременном движении.		
9-1-13т. Определение перемещения при равноускоренном движении.		
9-1-14т. Графики зависимости кинематических величин от времени при равномерном и равноускоренном движении.		
9-1-15т. Криволинейное движение.		
9-1-16т. Движение по окружности.		
9-1-17т. Линейная и угловая скорости.		
9-1-18т. Ускорение при вращательном движении.		

Репозиторий ГГУ

Фронтальные лабораторные работы

9-1-1л. Определение абсолютной и относительной погрешностей прямых измерений.		
9-1-2л. Измерение ускорения при равноускоренном движении тела.		
9-1-3л. Изучение движения тела по окружности.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

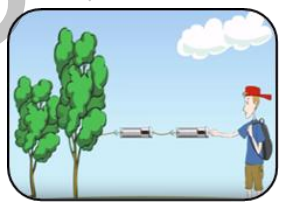
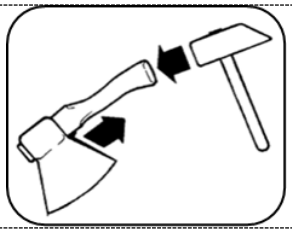
9-1-1д. Система отсчёта.		
9-1-2д. Относительность движения.		
9-1-3д. Равномерное прямолинейное движение (падение шарика в глицерине).		
9-1-4д. Поступательное и вращательное движения.		

Репозиторий РГПУ

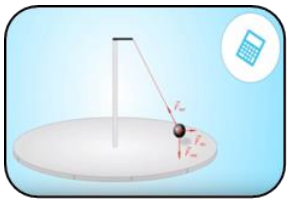
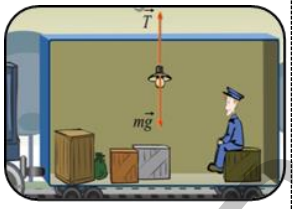
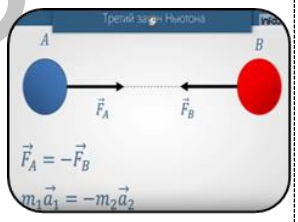
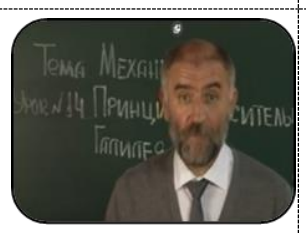
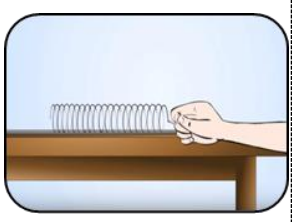
9-1-5д. Равномерное и неравномерное движения.		
9-1-6д. Равноускоренное движение.		
9-1-7д. Кинематика вращательного движения		

Тема 2. Основы динамики

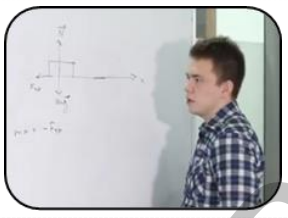
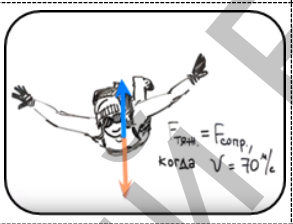
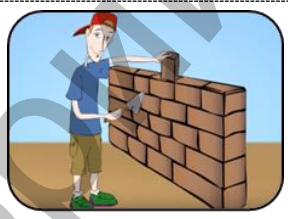
Теоретические вопросы

9-2-1т. Взаимодействие тел.		
9-2-2т. Сила.		
9-2-3т. Движение по инерции.		
9-2-4т. Первый закон Ньютона.		

Репозиторий ВГУ

9-2-5т. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта (1).		
9-2-6т. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта (2).		
9-2-7т. Масса.		
9-2-8т. Второй закон Ньютона.		
9-2-9т. Третий закон Ньютона.		
9-2-10т. Принцип относительности Галилея.		
9-2-11т. Деформация тел.		

Репозиторий МГПУ

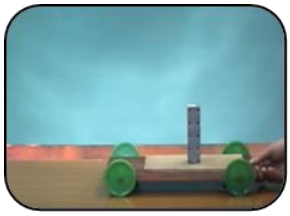
9-2-12т. Сила упругости. Закон Гука.		
9-2-13т. Силы трения.		
9-2-14т. Сила сопротивления среды (воздух).		
9-2-15т. Материальная точка		
9-2-16т. Закон всемирного тяготения.		
9-2-17т. Сила тяжести.		
9-2-18т. Вес тела.		
9-2-19т. Невесомость и перегрузки.		

Репозиторий РГПУ

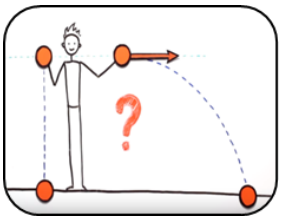
Фронтальные лабораторные работы

9-2-4л. Проверка закона Гука.		
9-2-5л. Измерение коэффициента трения скольжения.		
9-2-6л. Изучение движения тела, брошенного горизонтально.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

9-2-1д. Инерция движения.		
9-2-2д. Инерция покоя и движения тел.		
9-2-3д. Пять занимательных опытов (инерция).		
9-2-4д. Второй закон Ньютона.		

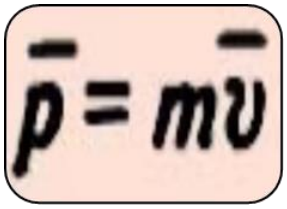
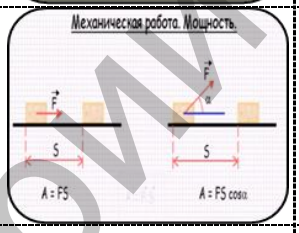
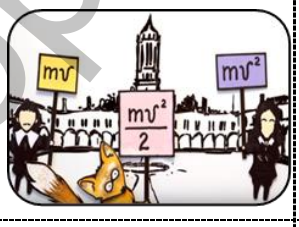
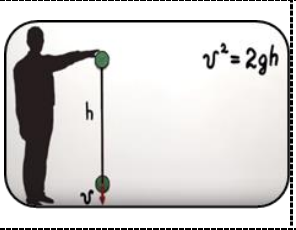
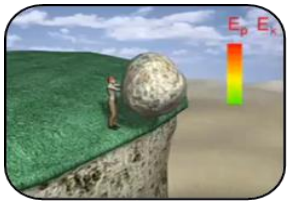
Репозиторий РГПУ

9-2-5д. Третий закон Ньютона.		
9-2-6д. Невесомость и перегрузки.		
9-2-7д. Виды деформаций.		
9-2-8д. Силы упругости.		
9-2-9д. Зависимость силы упругости от деформации тела.		
9-2-10д. Силы трения.		
9-2-11д. Падение тел в трубке Ньютона.		
9-2-12д. Движение тела, брошенного горизонтально.		

Репозиторий ГГУ

Тема 3. Законы сохранения в механике

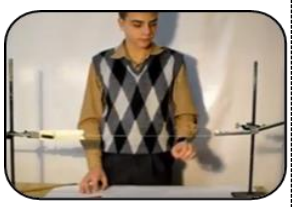
Теоретические вопросы

9-3-1т. Импульс тела и системы тел. Закон сохранения импульсов.		
9-3-2т. Реактивное движение.		
9-3-3т. Механическая работа и мощность.		
9-3-4т. Механическая кинетическая энергия.		
9-3-5т. Механическая потенциальная энергия.		
9-3-6т. Закон сохранения механической энергии.		

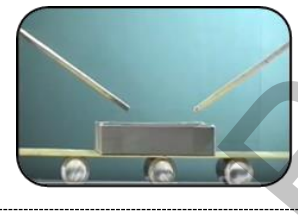
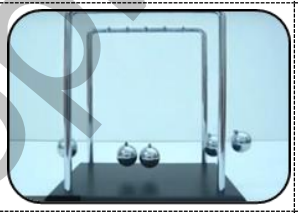
Фронтальные лабораторные работы

9-3-7л. Закон сохранения импульса.		

Репозиторий

9-3-8л. Закон сохранения механической энергии.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

9-3-1д. Закон сохранения импульса (опыт с шарами).		
9-3-2д. Реактивное движение.		
9-3-3д. Маятник Ньютона.		
9-3-4д. Маятник Максвелла.		

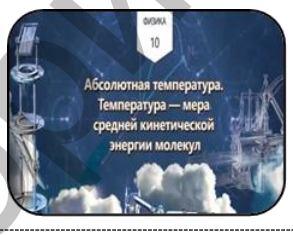
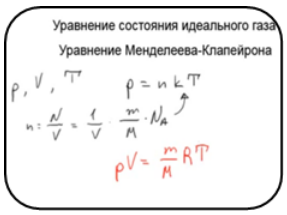
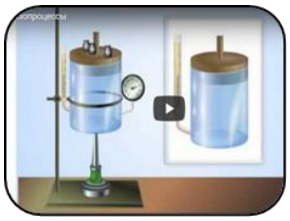
10 класс

Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории

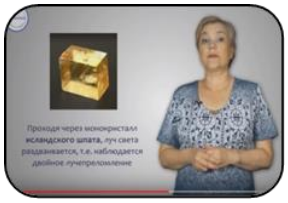
Теоретические вопросы

10-1-1т. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их опытное обоснование.		

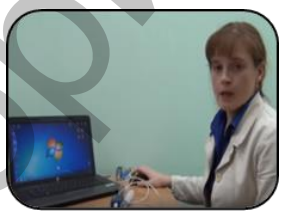
Репозиторий БГУ

10-1-2т. Идеальный газ.		
10-1-3т. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.		
10-1-4т. Температура.		
10-1-5т. Температура – мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества.		
10-1-6т. Уравнение состояния идеального газа.		
10-1-7т. Давление смеси газов.		
10-1-8т. Изотермический, изобарный и изохорный процессы изменения состояния идеального газа.		

Репозиторий ВГУ

10-1-9т. Кристаллические и аморфные тела.		
10-1-10т. Насыщенный и ненасыщенный пар.		
10-1-11т. Влажность воздуха и её измерение.		

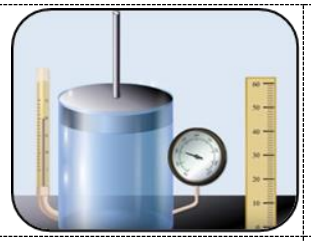
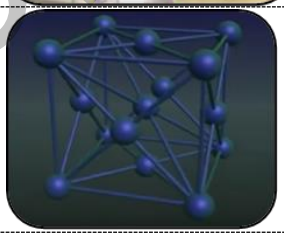
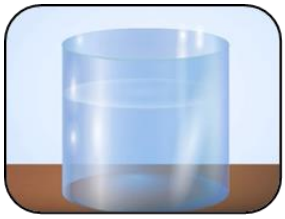
Фронтальные лабораторные работы

10-1-1л. Изучение изотермического процесса (с использованием компьютерной лаборатории Pasco).		
10-1-2л. Изучение изобарного процесса.		
10-1-3л. Измерение относительной и абсолютной влажности воздуха.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

10-1-1д. Механическая модель броуновского движения.		

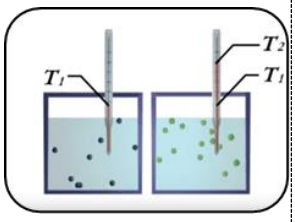
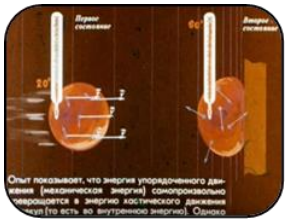
Репозиторий ВГУ

10-1-2д. Изменение объёма газа с изменением давления при постоянной температуре.		
10-1-3д. Изменение объёма газа с изменением температуры при постоянном давлении.		
10-1-4д. Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объёме.		
10-1-5д. Тепловое равновесие.		
10-1-6д. Модели кристаллических решёток.		
10-1-7д. Насыщенный пар.		
10-1-8д. Свойства насыщенных паров.		
10-1-9д. Приборы для измерения влажности воздуха (психрометр).		

Репозиторий

Тема 2. Основы термодинамики

Теоретические вопросы

10-2-1т. Термодинамическая система.		
10-2-2т. Внутренняя энергия.		
10-2-3т. Внутренняя энергия идеального газа.		
10-2-4т. Работа в термодинамике.		
10-2-5т. Количество теплоты.		
10-2-6т. Первый закон термодинамики и изопроцессы.		
10-2-7т. Необратимость термодинамических процессов в природе.		

Репозиторий ВГУ

10-2-8т. Тепловые двигатели и их применение.		
10-2-9т. Принцип действия тепловых двигателей. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловых двигателей.		
10-2-10т. Экологические проблемы использования тепловых двигателей.		

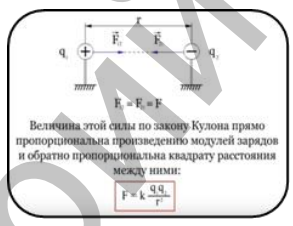
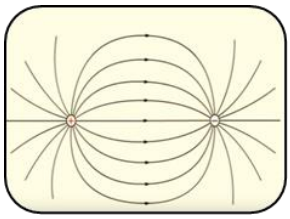
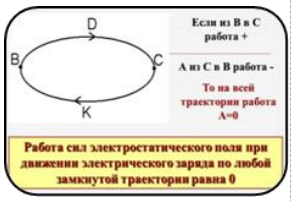
<u>Демонстрации, опыты, компьютерные модели</u>

10-2-1д. Взаимосвязь изменения внутренней энергии и совершенной работы.		
10-2-2д. Модель двигателя внутреннего сгорания.		
10-2-3д. 4-тактный двигатель внутреннего сгорания (ДВС) в 3D.		
10-2-4д. Модель паровой турбины.		

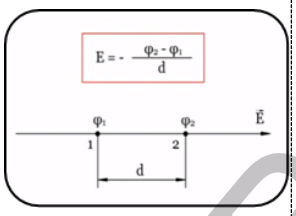
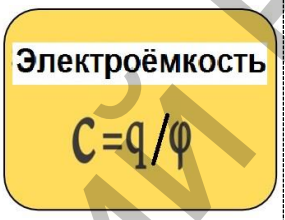
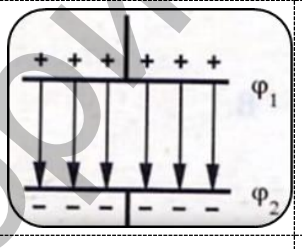
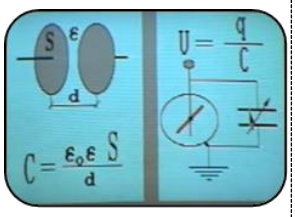
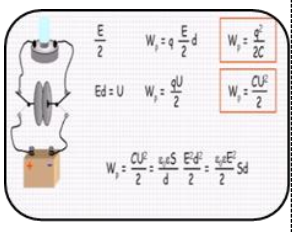
Репозиторий БГПУ

Тема 3. Электростатика

Теоретические вопросы

10-3-1т. Электрический заряд.		
10-3-2т. Закон сохранения электрического заряда.		
10-3-3т. Закон Кулона.		
10-3-4т. Напряжённость электростатического поля.		
10-3-5т. Линии напряжённости электростатического поля.		
10-3-6т. Принцип суперпозиции электростатических полей.		
10-3-7т. Работа сил электростатического поля.		

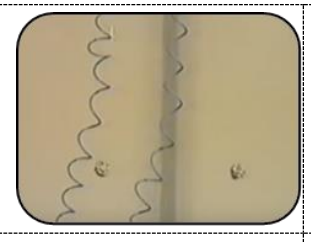
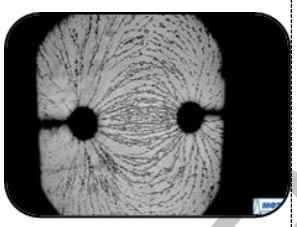
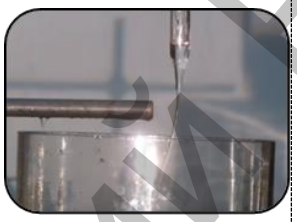
Репозиторий ГГТУ

10-3-8т. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов.		
10-3-9т. Связь между разностью потенциалов и напряжённостью однородного электростатического поля.		
10-3-10т. Электроёмкость.		
10-3-11т. Конденсаторы.		
10-3-12т. Электроёмкость плоского конденсатора.		
10-3-13т. Энергия электростатического поля конденсатора.		

<u>Демонстрации, опыты, компьютерные модели</u>

10-3-1д. Электрометр.		

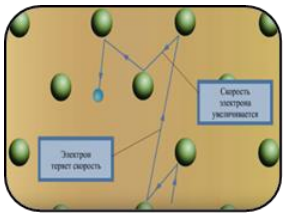
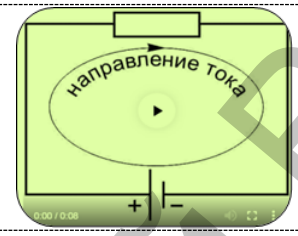
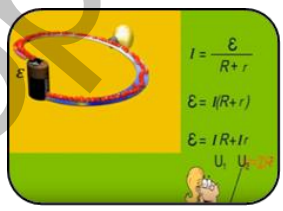
Репозиторий ГГУ

10-3-2д. Взаимодействие зарядов.		
10-3-3д. Силовые линии электростатического поля.		
10-3-4д. Отклонение струи воды в электростатическом поле.		
10-3-5д. Конденсаторы.		
10-3-6д. Зависимость электроёмкости плоского конденсатора от его геометрических размеров и диэлектрической проницаемости диэлектрика.		
10-3-7д. Энергия электростатического поля (звонок Франклина).		
10-3-8д. Энергия электростатического поля конденсатора.		

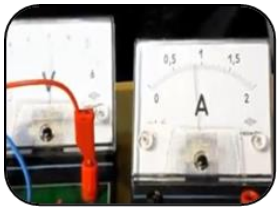
Репозиторий РГУ

Тема 4. Постоянный электрический ток

Теоретические вопросы

10-4-1т. Условия существования постоянного электрического тока.		
10-4-2т. Сторонние силы.		
10-4-3т. Электродвижущая сила (ЭДС) источника тока.		
10-4-4т. Закон Ома для полной электрической цепи.		
10-4-5т. Коэффициент полезного действия (КПД) источника тока.	$P_{полезн} = \frac{A_{полезн}}{t} = IU = I^2R$ $P_{полн} = \frac{A_{полн}}{t} = I\varepsilon = I^2(R+r)$	

Фронтальные лабораторные работы

10-4-4л. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.		

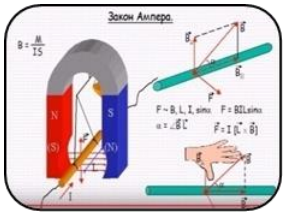
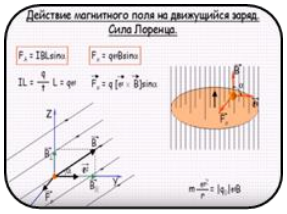
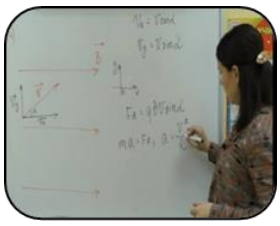
Репозиторий ГГУ

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

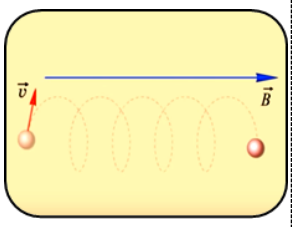
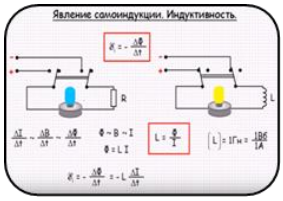
10-4-1д. Условия существования постоянного электрического тока.		
10-4-2д. Химические источники постоянного тока.		

Тема 5. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Теоретические вопросы

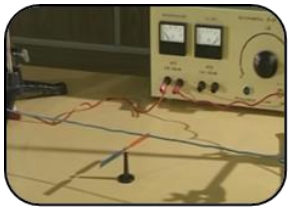
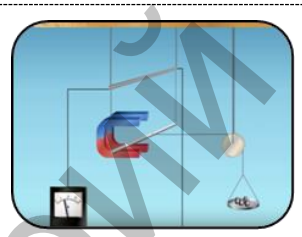
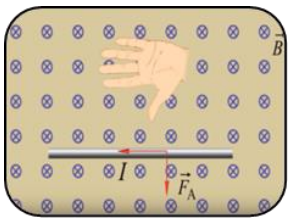
10-5-1т. Индукция магнитного поля. Магнитный поток.		
10-5-2т. Закон Ампера.		
10-5-3т. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.		
10-5-4т. Движение заряженных частиц в магнитном поле.		

Репозиторий ВГУ

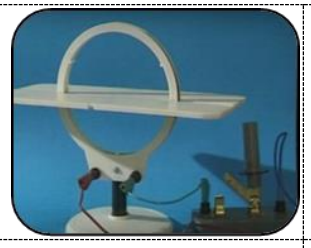
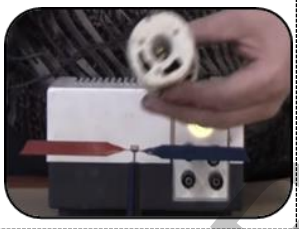
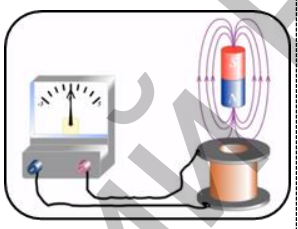
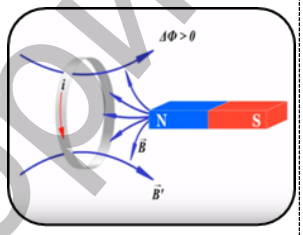
10-5-5т. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.		
10-5-6т. Явление электромагнитной индукции.		
10-5-7т. Правило Ленца.		
10-5-8т. Закон электромагнитной индукции.	$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$ $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	
10-5-9т. Явление самоиндукции. Индуктивность.		
10-5-10т. Энергия магнитного поля катушки с током.	$W = \frac{LI^2}{2},$	
10-5-11т. Электромагнит.		

Репозиторий БГПУ

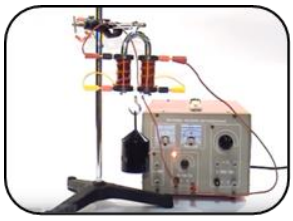
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

10-5-1д. Опыт Эрстеда.		
10-5-2д. Действие магнитного поля на проводник с током (1).		
10-5-3д. Действие магнитного поля на проводник с током (2).		
10-5-4д. Взаимодействие параллельных проводников с током.		
10-5-5д. Правило левой руки.		
10-5-6д. Отклонение электронного пучка магнитным полем.		
10-5-7д. Магнитное поле прямолинейного проводника.		

Репозиторий ВГУ

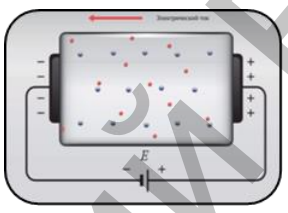
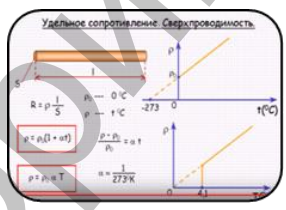
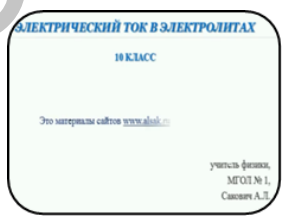
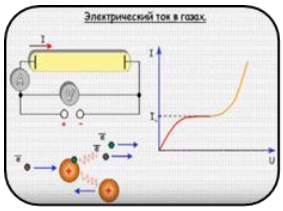
10-5-8д. Магнитное поле кругового витка с током.		
10-5-9д. Магнитное поле катушки с током.		
10-5-10д. Явление электромагнитной индукции.		
10-5-11д. Правило Ленца.		
10-5-12д. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.		
10-5-13д. Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи.		
10-5-14д. Зависимость ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в проводнике и от индуктивности проводника		

Репозиторий

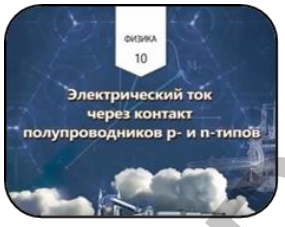
10-5-15д. Электромагнит.		

Тема 6. Электрический ток в различных средах

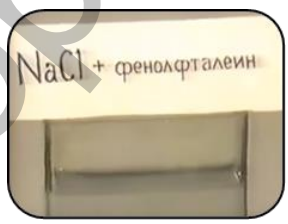
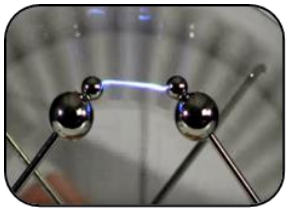
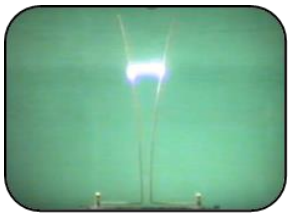
Теоретические вопросы

10-6-1т. Электрический ток в металлах.		
10-6-2т. Удельное сопротивление. Сверхпроводимость.		
10-6-3т. Электрический ток в электролитах.		
10-6-4т. Электрический ток в газах.		
10-6-5т. Плазма.		

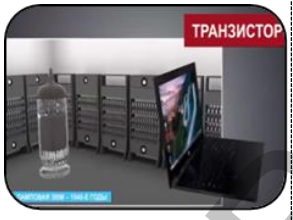
Репозиторий ВГУ

10-6-6т. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость.		
10-6-7т. Электрический ток через контакт полупроводников *p*- и *n*-типов.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

10-6-1д. Зависимость сопротивления металлов от температуры.		
10-6-2д. Электрический ток в электролитах (движение ионов).		
10-6-3д. Электролиз.		
10-6-4д. Токи в газах. Искровой и тлеющий разряды.		
10-6-5д. Плазменный шнур.		

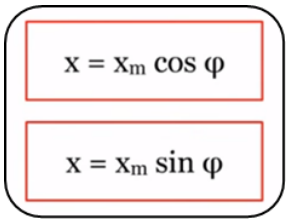
Репозиторий ВГУ

10-6-6д. Зависимость сопротивления полупроводника от температуры.		
10-6-7д. Транзистор.		

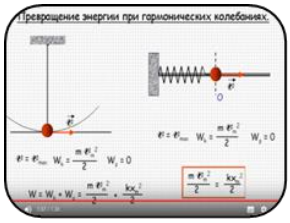
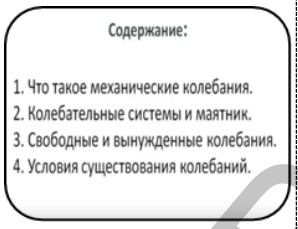
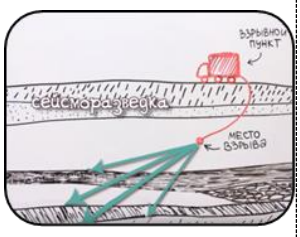
11 класс

Тема 1. Механические колебания и волны

Теоретические вопросы

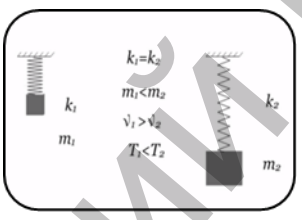
11-1-1т. Колебательное движение.		
11-1-2т. Гармонические колебания.		
11-1-3т. Уравнение гармонических колебаний.		
11-1-4т. Математический и пружинный маятники.		

Репозиторий ВГУ

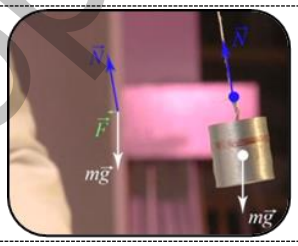
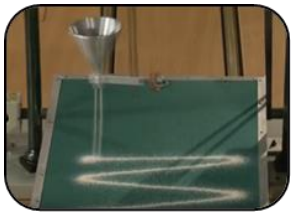
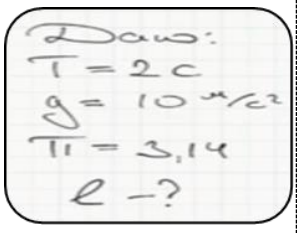
11-1-5т. Превращения энергии при гармонических колебаниях.		
11-1-6т. Свободные и вынужденные колебания.		
11-1-7т. Резонанс: плюсы и минусы.		
11-1-8т. Распространение колебаний в упругих средах.		
11-1-9т. Частота, длина, скорость распространения волны и связь между ними.		
11-1-10т. Звук.		
11-1-11т. Распространение звука в различных средах.		

Репозиторий РГУ

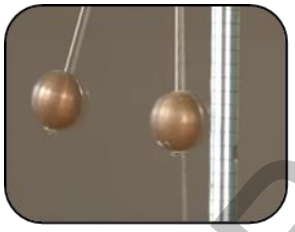
Фронтальные лабораторные работы

11-1-1л. Изучение колебаний груза на нити.		
11-1-2л. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.		
11-1-3л. Измерение жесткости пружины на основе закономерностей колебаний пружинного маятника.		

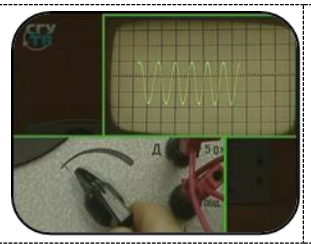
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

11-1-1д. Колебания тела на нити и пружине.		
11-1-2д. Влияние массы груза на период колебаний пружинного маятника.		
11-1-3д. Математический маятник – запись колебаний песком.		
11-1-4д. Длина математического маятника с периодом 2 с.		

Репозиторий РГУ

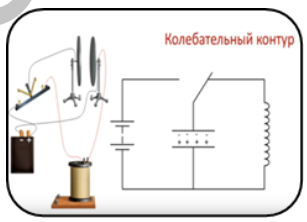
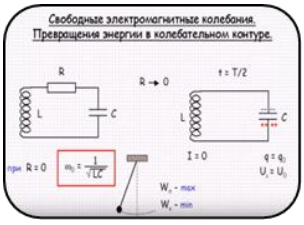
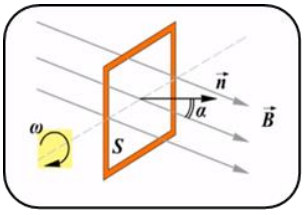
11-1-5д. Автоколебания (анкерный механизм в часах).		
11-1-6д. Резонанс маятников.		
11-1-7д. Резонанс камертонов.		
11-1-8д. Колеблющееся тело как источник звука (1).		
11-1-9д. Колеблющееся тело как источник звука (2).		
11-1-10д. Механические модели волн.		
11-1-11д. Образование и распространение поперечных и продольных волн.		

Репозиторий РГУ

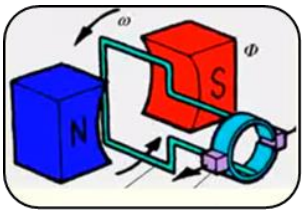
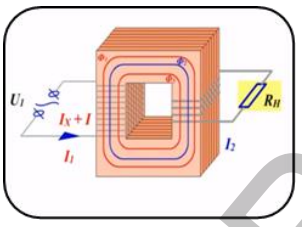
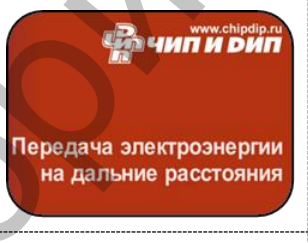
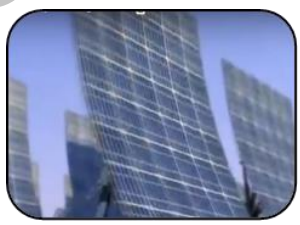
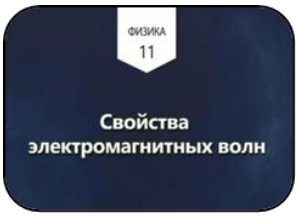
11-1-12д. Зависимость громкости звука от амплитуды колебаний.		
11-1-13д. Зависимость высоты тона от частоты колебаний.		
11-1-14д. Эхо.		

Тема 2. Электромагнитные колебания и волны

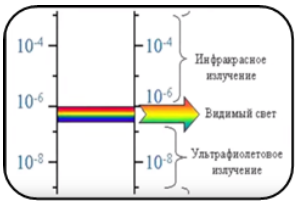
Теоретические вопросы

11-2-1т. Колебательный контур. Электромагнитные колебания в контуре. Формула Томсона.		
11-2-2т. Превращения энергии в колебательном контуре.		
11-2-3т. Переменный электрический ток.		

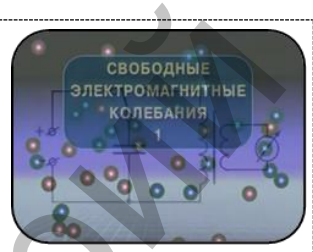
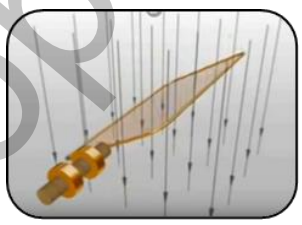
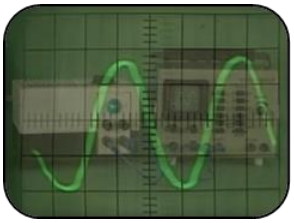
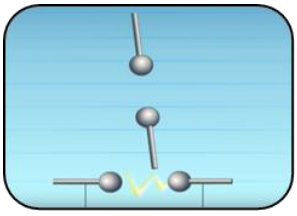
Репозиторий ВГУ

11-2-4т. Генератор переменного тока.		
11-2-5т. Трансформатор.		
11-2-6т. Производство электрической энергии.		
11-2-7т. Передача электроэнергии на дальние расстояния.		
11-2-8т. Будущее мировой электроэнергетики.		
11-2-9т. Электромагнитные волны.		
11-2-10т. Свойства электромагнитных волн.		

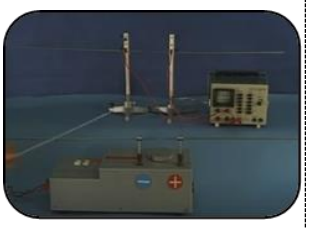
Репозиторий РГУ

11-2-11т. Шкала электромагнитных волн.		
11-2-12т. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.		

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

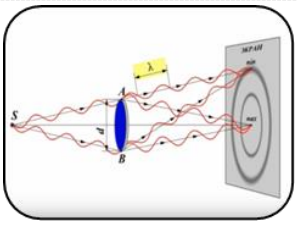
11-2-1д. Свободные электромагнитные колебания.		
11-2-2д. Получение переменного тока при вращении проводящего витка в магнитном поле.		
11-2-3д. Осциллограммы постоянного, выпрямленного и переменного тока.		
11-2-4д. Трансформатор.		
11-2-5д. Опыты Герца.		

Репозиторий ВГУ

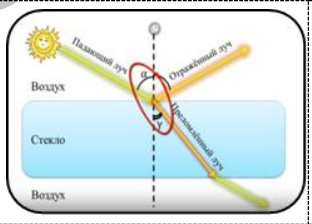
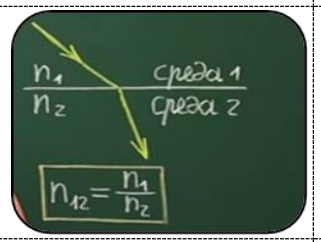
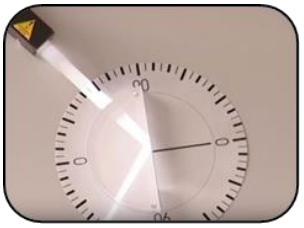
11-2-6д. Излучение и приём электромагнитных волн.		
11-2-7д. Свойства электромагнитных волн.		

Тема 3. Оптика

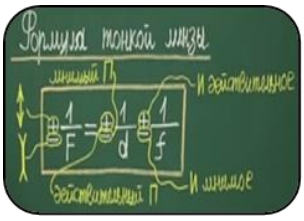
Теоретические вопросы

11-3-1т. Электромагнитная природа света.		
11-3-2т. Интерференция света.		
11-3-3т. Принцип Гюйгенса–Френеля.		
11-3-4т. Дифракция света.		

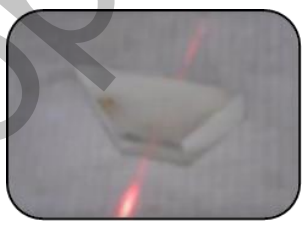
Репозиторий ВГУ

11-3-5т. Дифракционная решётка.		
11-3-6т. Закон отражения света.		
11-3-7т. Плоское зеркало. Построение изображений в плоском зеркале.		
11-3-8т. Сферическое зеркало. Построение изображений в сферических зеркалах.		
11-3-9т. Закон преломления света.		
11-3-10т. Показатель преломления.		
11-3-11т. Явление полного отражения света.		

Репозиторий РГУ

11-3-12т. Формула тонкой линзы.		
11-3-13т. Оптические приборы, вооружающие глаз.		

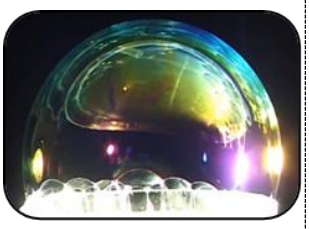
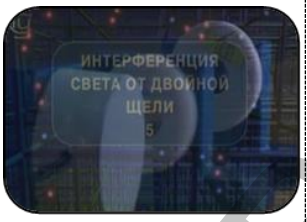
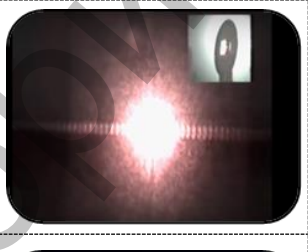
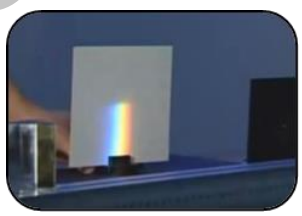
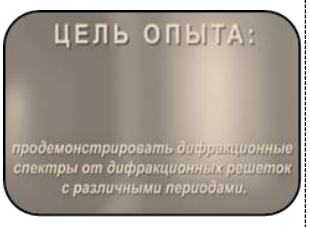
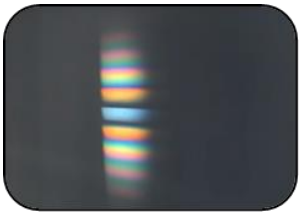
Фронтальные лабораторные работы

11-3-4л. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решётки.		
11-3-5л. Измерение показателя преломления стекла.		
11-3-6л. Определение оптической силы линзы.		

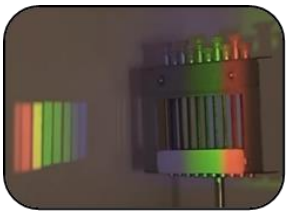
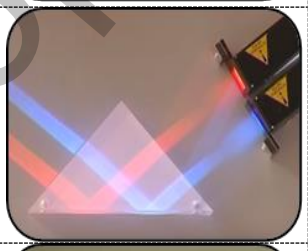
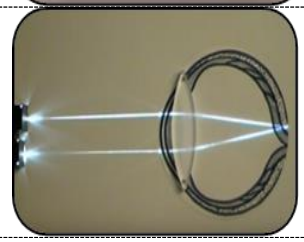
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

11-3-1д. Доказательство прямолинейного распространения света.		

Репозиторий БГПУ

11-3-2д. Интерференция света на мыльной пленке.		
11-3-3д. Интерференция света от двойной щели.		
11-3-4д. Кольца Ньютона.		
11-3-5д. Дифракция света от проволоки.		
11-3-6д. Получение спектра с помощью призмы.		
11-3-7д. Дифракционные решётки.		
11-3-8д. Получение спектра с помощью дифракционной решётки.		

Репозиторий ГГУ

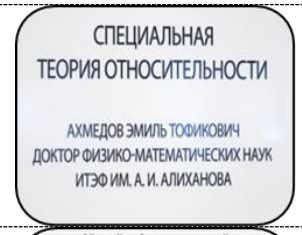
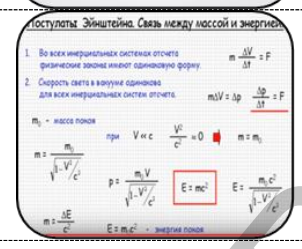
11-3-9д. Сложение спектральных цветов.		
11-3-10д. Закон отражения света.		
11-3-11д. Закон преломления света.		
11-3-12д. Полное отражение света.		
11-3-13д. Оборотная призма. Световоды.		
11-3-14д. Модель оптической системы глаза.		

Тема 4. Основы специальной теории относительности

Теоретические вопросы

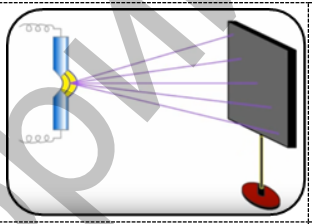
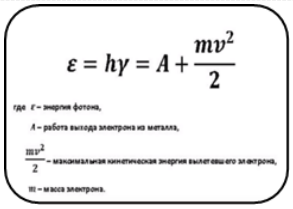
11-4-1т. Что такое теория относительности? (Фрагмент научно-популярного фильма. 1964 г.)		

Репозиторий РГУ

11-4-2т. Специальная теория относительности.		
11-4-3т. Постулаты Эйнштейна. Связь между массой и энергией.		

Тема 5. Фотоны. Действия света

Теоретические вопросы

11-5-1т. Фотоэлектрический эффект.		
11-5-2т. Экспериментальные законы внешнего фотоэффекта.		
11-5-3т. Квантовая гипотеза Планка.		
11-5-4т. Квантовые свойства света.		
11-5-5т. Корпускулярно-волновой дуализм.		

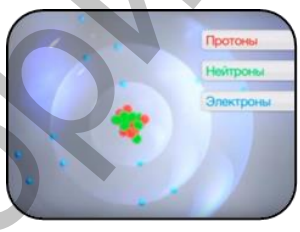
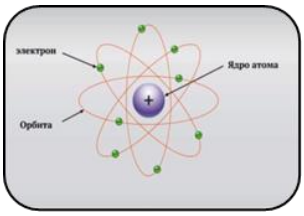
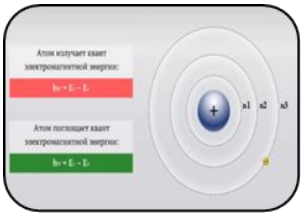
Репозиторий БГУ

Демонстрации, опыты, компьютерные модели

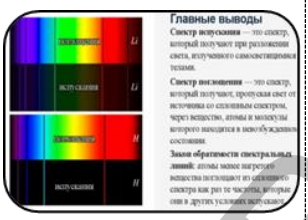
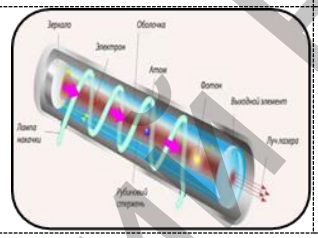
11-5-1д. Фотоэлектрический эффект. (Учебный фильм с демонстрацией опытов Столетова).		
11-5-2д. Устройство и действие фотореле.		

Тема 6. Физика атома

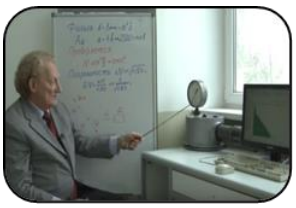
Теоретические вопросы

11-6-1т. Что такое атом?		
11-6-2т. Опыт Резерфорда. Строение атома.		
11-6-3т. Ядерная модель атома.		
11-6-4т. Квантовые постулаты Бора.		

Репозиторий ВГУ

11-6-5т. Излучение и поглощение света атомами и молекулами.		
11-6-6т. Спектры испускания и поглощения.		
11-6-7т. Лазеры.		

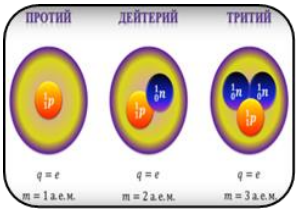
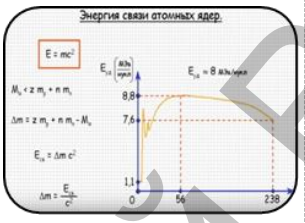
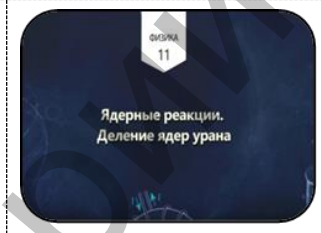
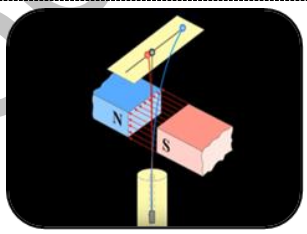
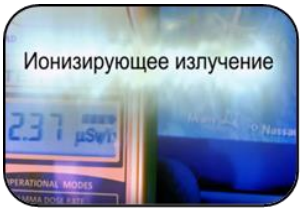
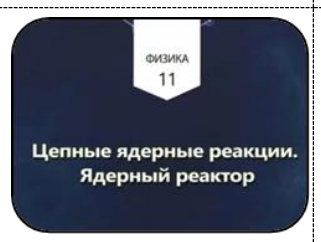
Демонстрации, опыты, компьютерные модели

11-6-1д. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров излучения.		
11-6-2д. Спектр поглощения раствора медного купороса.		
11-6-3д. Опыт Резерфорда на лабораторной установке.		
11-6-4д. Лазер.		

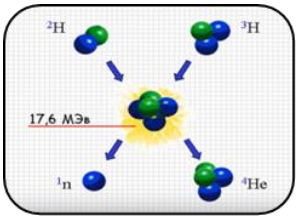
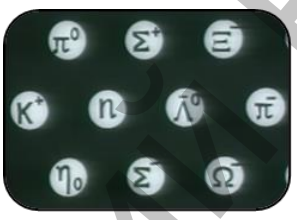
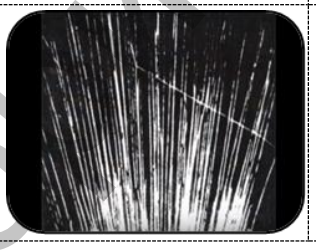
Репозиторий РГПУ

Тема 7. Физика ядра. Элементарные частицы

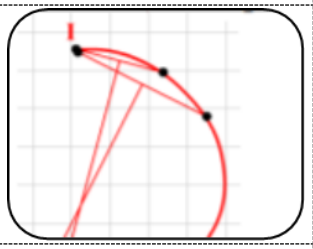
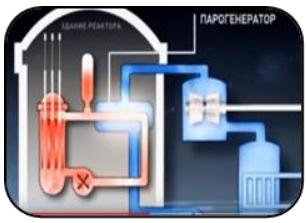
Теоретические вопросы

11-7-1т. Строение атомного ядра. Ядерные силы.		
11-7-2т. Энергия связи атомных ядер.		
11-7-3т. Ядерные реакции. Деление ядер урана.		
11-7-4т. Радиоактивность. Альфа-, бета-радиоактивность, гамма-излучение.		
11-7-5т. Закон радиоактивного распада.		
11-7-6т. Действие ионизирующих излучений на живые организмы.		
11-7-7т. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор.		

Репозиторий РГУ

11-7-8т. Термоядерные реакции.		
11-7-9т. Термоядерный синтез на Земле.		
11-7-10т. Элементарные частицы и их взаимодействия.		
11-7-11т. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.		

<u>Демонстрации, опыты, компьютерные модели</u>

11-7-1д. Наблюдение треков в камере Вильсона.		
11-7-2д. Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.		
11-7-3д. Принцип работы ядерного реактора.		

Репозиторий МГПУ

Тема 8. Единая физическая картина мира

Теоретические вопросы

11-8-1т. Современная естественно-научная картина мира.	

Галузо, И.В. Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике с использованием QR-кодов (7–11 классы): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 91 с.
https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/16878/галузо811.pdf?sequence=4&isAllowed=y

В приложениях к изданию рассматриваются практические вопросы создания и применения QR-кодов. Может быть полезно студентам, школьникам и учителям при подготовке к учебным занятиям.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ С ОПОРОЙ НА ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ПОСРЕДСТВОМ QR-КОДОВ

Областей применения для QR-кодов в образовательной практике в различных учреждениях образования было найдено множество, особенно с распространением интернета и смартфонов, и, по всей видимости, будет придумано ещё немало полезного использования этого высокотехнологичного инструмента. Ряд полезных свойств QR-кодов, при правильном их применении, способен оказать преподавателю незаменимую помощь.

Цель исследования состояла в экспериментальной апробации и внедрении в учебный процесс интернет-ресурсов, касающихся лабораторных работ по физике и астрономии.

Задачей исследования являлась разработка структуры дидактических материалов и методики организации и проведения лабораторного практикума для студентов с опорой на интернет-ресурсы.

Актуальность работы заключается в оптимизации затрат учебного времени, отводимого на выполнение лабораторных и практических работ. В условиях смещения акцентов на самостоятельную работу в обучении студентов, связанную с некоторыми изменениями учебных планов в подготовке специалистов, потребовалась необходимость использования новейших информационно-компьютерных технологий.

Репозиторий ВГУ

По существу QR-код – это ссылка, оформленная в виде простой картинки, которая способна практически мгновенно переадресовать пользователя любого современного гаджета на требуемую страницу интернета. Чтобы распознать код, достаточно запустить приложение и навести телефон на рисунок кода. QR-коды передают ссылки на веб-сайты и файлы, избавляя от необходимости вручную вводить сложные URL.

В представленных материалах идёт речь об узкой «специализации» QR-кодов – о создании онлайн видеотеки опытов, демонстраций и лабораторных работ по физике и астрономии в пределах учебных программ.

Зачастую при выполнении лабораторных работ студенту требуется уточнить и сравнить некоторые полученные данные с табличными. Наконец, ему непонятен порядок выполнения работы и т.д. (ведь все нюансы в краткой инструкции хода работы предусмотреть нельзя, да и дефицит времени многое из перечисленного не позволяет сделать).

В связи с этим мы инструктивно-методические материалы снабжаем QR-кодами. Дополнительные дидактические материалы хранятся на сервере, а доступ к ним студента осуществляется непосредственно из учебной лаборатории с приборами и установками, при этом используется только мобильный телефон или планшет. Разумеется, что условия организации такого вида занятий – установка на гаджет студента приложения, считывающего QR-коды, и наличие в лаборатории доступа к интернету через Wi-Fi.

В основном для лабораторных работ применяются краткие видеофайлы (не более 4–5 минут), снятые самими студентами, лаборантами или преподавателем. Если заимствуются ролики из интернета, то там должно быть показано однотипное оборудование, подобное установленному в лаборатории. После просмотра дополнительного материала у студента снимается ряд вопросов. Особенно ценны QR-коды при выполнении лабораторных работ, связанных с визуализацией объектов в цвете (спектры, интерференция, дифракция), ведь в стандартных методических указаниях, как правило, иллюстрации чёрно-белые и студенту не с чем сравнить полученный результат. Кроме того, методические указания студент может «просканировать» до начала занятий – мы не делаем «секрета» из содержания инструкционно-методических материалов. В итоге на занятия студент приходит практически подготовленным, в данном случае и заключается педагогический принцип индивидуализации и оптимизации подхода к обучению студентов.

Что касается курса «Методика преподавания физики», то в университетской лаборатории во время занятий хотя и имеется возможность проделать все лабораторные работы и демонстрации,

Репозиторий ВГУ

включённые в школьную программу, однако реально из-за фактора времени сделать это невозможно. Поэтому мы дополнительно к стандартным инструкциям разработали для студентов специальные пособия (рис. 60), позволяющие в режиме онлайн просмотреть выполнение всех демонстраций и лабораторных работ, включённых в школьную программу с 7 по 11 класс.

Используя данные издания, студент и учитель имеют возможность «поучаствовать» в проведении всех опытов и демонстраций по всем темам и классам школьной учебной программы. Рекомендуемые пособия можно определить как библиотеку мультимедийных материалов для школьного курса физики.

Рис. 60. **Серия пособий в помощь студенту и учителю по школьному лабораторному практикуму**

Рис. 61. **Фрагмент страницы пособия (10 класс, тема № 4)**

Репозиторий ВГУ

Материалы подобраны по темам учебных программ и структурированы по разделам: «Теоретические материалы», «Фронтальные лабораторные работы», «Демонстрации, опыты, компьютерные модели». Для удобства пользования все фрагменты учебных материалов имеют названия и QR-код, а также сопровождаются скриншотом одного из характерных видеокадров учебного фильма или презентации. Кроме того, все материалы пронумерованы и позволяют ссылаться на них впоследствии при повторном обращении. Например, нумерация 10-4-4л означает (рис. 61), что фрагмент относится к 10 классу (10), к четвёртой теме программы или календарного планирования (4), 4л – рассматривается фронтальная лабораторная работа № 4. Нумерация 10-4-1д относится к демонстрации опыта по четвёртой теме и т.д.

Заключение. С ростом числа владельцев смартфонов и планшетных ПК QR-технологии становятся всё более популярными и доступными. Как показали практика и проведённое анкетирование, студенты и школьники охотно применяют технические новинки как в повседневной жизни, так и в образовательном процессе.

Навыки цифровой культуры, компетентности в использовании цифровых технологий для обучения и познания в условиях техногенной среды становятся базовыми для современного человека.

Использование мобильных электронных средств в образовании нужно рассматривать как педагогический приём, расширяющий возможности обучения. Это средство передачи знаний, привязанное к определённой предметной области.

Оптимальная модель применения новых технологий в действующей системе образования – умелое сочетание общения с преподавателем, коммуникаций и цифровых технологий. Это ни в коем случае не игнорирование и не замена преподавателя. Цель – создание условий, в которых студенты смогут эффективно использовать существующие технологии для формирования собственных знаний и индивидуальной траектории обучения.

Требования к повышению качества подготовки специалистов предопределили необходимость поиска инновационных методов и приёмов обучения, а также адекватных им форм контроля знаний, умений и навыков студентов.

В той или иной форме студенты и учащиеся ежедневно работают с информацией. Применение сервисов для различных видов обработки информации может оказать существенную помощь преподавателям и педагогам в урочной и внеурочной деятельности.

Репозиторий ВГУ

1. На примере вышеприведённых источников было показано, что QR-коды можно использовать со ссылками, ведущими на мультимедийные источники и ресурсы, помогающие нацелить учащихся и студентов на соответствующий контент по конкретной учебной дисциплине, т.е. решить информационную задачу.

2. Повысить ценность учебников и раздаточных материалов. Поместите QR-коды в учебник или в раздаточные материалы, чтобы указать ученикам дополнительные ресурсы. Распечатав коды, их можно вклеивать непосредственно в рабочие тетради, конспекты, альбомы, инструкции или записные книжки обучаемых.

3. QR-коды можно публиковать на учебных плакатах, стендах и информационных листках в качестве дополнительной информации. На экспонатах школьных музеев, фотогалерей и др. коды могут дать посетителям дополнительные сведения без обращения к персоналу. Этим самым можно значительно обогатить информационную среду музея или выставки при размещении с помощью кодов комментариев, описания объекта, сведений об авторе, ссылок на ресурсы мультимедиа. Посетителям будет удобно сохранять в памяти телефонов интересующую их информацию, материалы интегрированной лекции или урока, когда учебное мероприятие проводилось с применением материалов экспозиции музея, выставки или галереи.

4. При использовании в работе библиотеки, когда QR-коды можно размещать на информационных стендах с информацией как видео- или мультимедиакомментарии (в виде ссылок) к объявлению, анонсу или иному материалу. Это позволит значительно обогатить информационное насыщение стандартных информационных стендов не только библиотеки, но и учебного кабинета или лаборатории. Многие библиотеки на обложках своего книжного фонда часто помещают QR-коды со ссылками на электронные варианты изданий. Читатель может воспользоваться не только твёрдой копией нужной (иногда и редкой книги), но и электронным вариантом.

5. Контрольно-тестовый материал можно применять непосредственно на уроке или лекции, раздав его в виде карточек с различными вариантами заданий. Для этого есть специальный (англоязычный) сервис ClassTools.NET, который позволяет создавать такие задания в виде QR-кодов (имеются и другие формы).

6. Простейший приём работы с QR-кодами: достаточно показать группе очередной код, чтобы его быстро просканировали и, например, посмотрели YouTube-ролик, который удачно дополнит заданный отрезок лекции. Во-первых, это делает образование современным и технологичным, что нравится людям чисто психологически,

Репозиторий ВГУ

во-вторых, само качество лекций резко возрастает: объёмнее воспринимается и лучше запоминается информация, приходящая к человеку одновременно через разные каналы: визуальный, аудиальный, тактильный. QR-коды в образовании позволяют задействовать максимум каналов восприятия. При этом речь идёт уже фактически о дополненной реальности (Augmented Reality).

7. QR-код поможет упростить доступ к Wi-Fi. Вам необязательно каждый раз рассказывать студентам, как войти в Wi-Fi в лаборатории или аудитории. Вместо таблички «Мобильным телефоном не пользоваться» применяйте QR-код, чтобы напрямую связать телефон или планшет со страницей входа.

Таким образом, QR-код может использоваться везде: начиная от обычного плаката или объявления и заканчивая учебным пособием. Всё ограничивается только фантазией. Заметим, что QR-код пока ещё не получил большого признания в наших учебных заведениях. Гаджеты имеют почти все (школьники, педагоги, родители), что и позволяет широко использовать возможности новых технологий в практической деятельности.

Галузо, И.В. Организация лабораторных работ студентов с опорой на интернет-ресурсы посредством QR-кодов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIV(71) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 14 февр. 2019 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2019. – Т. 2. – С. 43.
https://vsu.by/images/phocagallery/news/2019/02/19/2.pdf

Галузо, И.В. Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике (7 класс): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 21 с.
https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/16191/Галузо%20И.В._физика%20%207%20кл%20qr%20code.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Галузо, И.В. Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике (8 класс): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 22 с.
https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/16627/Галузо%20Подготовка%20студентов.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Репозиторий ВГУ

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С QR-КОДАМИ

Эксперименты могут проводиться учениками и учителями на уроках, внеурочных занятиях и как домашние задания. Большинство экспериментов проводится с помощью доступных бытовых предметов и материалов и не требует сложного лабораторного оборудования. Ряд экспериментов могут осуществляться учениками 7–9 классов на кружковых и факультативных занятиях по астрономии.

Все эксперименты сопровождаются ссылками на видеоролики, презентации, web-страницы и рисунки с помощью QR-кодов, позволяющими оперативно и более подробно познакомиться с астрономическими явлениями, представленными в описаниях. Кроме подробных инструкций с описанием и объяснением, эксперименты сопровождаются вопросами (с ответами) по тематике каждого опыта.

Главная цель экспериментов – помочь ученикам разобраться со сложными астрономическими явлениями, развить творческое мышление и элементарные конструкторские навыки, а в конечном итоге заинтересоваться астрономией как наукой.

Слово «эксперимент» происходит от латинского слова «*experimentum*», что переводится как «проба, опыт», то есть в узком смысле слова термины «опыт» и «эксперимент» являются синонимами.

В науке эксперимент используется для получения знаний, неизвестных человечеству. В процессе обучения (в школе) эксперимент применяется для получения знаний, ещё неизвестных данному конкретному человеку (ученику). Поскольку закономерности проведения экспериментов взрослыми и школьниками во многом не совпадают, условимся в дальнейшем подразумевать в предстоящих астрономических экспериментах словосочетание «ученическое экспериментирование».

Как и большинство слов русского языка, «экспериментирование» является многозначным словом. Оно выступает как метод обучения, если применяется для передачи ученикам новых знаний, также оно может рассматриваться как форма организации педагогического процесса, наконец, экспериментирование является одним из видов познавательной деятельности учеников. Описанные нами эксперименты могут использоваться не только в повседневной деятельности учителя (на уроках и внеурочных занятиях), но и в качестве самостоятельных домашних заданий (с последующим обсуждением с учениками).

Рассмотренные эксперименты имеют схожую структуру. Для каждого из экспериментов указываются факты и наблюдения, являющиеся основанием для проведения эксперимента, цель

Репозиторий ВГУ

эксперимента, приводятся список необходимого простейшего оборудования и материалов, инструкции и иллюстрации по проведению экспериментов, ожидаемые результаты и их объяснение. Описание экспериментов сопровождается дополнительными материалами, помеченными рубриками «Для сведения» или «Вопросы». В большинстве случаев описания и объяснения экспериментов снабжены ссылками с помощью QR-кодов на видеоролики, презентации, web-страницы и рисунки, позволяющими более подробно познакомиться с астрономическими явлениями, представленными в описаниях экспериментов.

Дополнительный материал может служить стимулом для дальнейшего поиска сведений и расширения знаний ученика по теме.

Астрономические эксперименты позволяют обратить внимание школьников на следующие вопросы:

- методы астрономических исследований: астрономические наблюдения и измерения;
- классификация методов астрономических исследований в зависимости от их задач и используемых инструментов;
- условия проведения и особенности астрономических исследований;
- применение законов физики для определения основных физических характеристик космических объектов и взаимосвязь этих характеристик;
- рассмотрение астрономических формул, позволяющих рассчитывать базовые физические характеристики космических объектов на основе данных астрономических наблюдений;
- применение физических приборов в астрономических исследованиях, их назначение, устройство и принцип действия.

Без усвоения ключевых принципов астрономической науки перейти на более высокий уровень астрономических экспериментов практически невозможно. Простейшие астрономические эксперименты позволят школьнику наглядно дать ответы на такие вопросы, как например: «Чем отличается геостационарная орбита спутника от геоцентрической?», «Как определили массу Земли или Солнца, их размеры?», «Как получается, что Луна всегда повернута к нам одной стороной?», «Почему кольца Сатурна прозрачные?» Оказывается, можно дать ответы на эти и ряд других подобных вопросов без пространных объяснений (которые не всегда ученикам доступны и понятны), а только на основе простейшего эксперимента.

Репозиторий ВГУ

Эксперимент 1. Мерцание звёзд

Факты и наблюдения. Если смотреть простым глазом на ночное небо, то заметно, как меняется яркость звёзд, в этом случае говорят, что звёзды мерцают.

Цель. Объяснить, почему мерцают звёзды.

Оборудование и материалы. Карманный фонарик, стеклянная банка с широким горлышком, упаковочная алюминиевая фольга, карандаш или небольшая палочка.

Инструкция.

- Возьмите кусок алюминиевой фольги (например, от упаковки плитки шоколада). Сомните этот кусок руками, а затем расправьте и расстелите на столе.
- Наполните банку примерно на 2/3 водой и поставьте на смятую фольгу.
- В затемнённой комнате через горловину банки освещайте фонарем её дно (рис. 62).

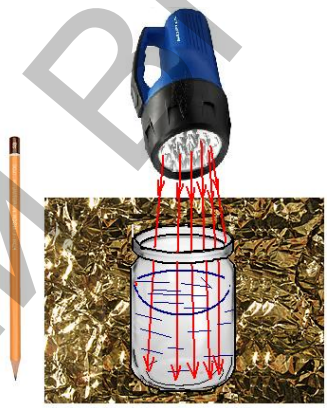


Рис. 62. **Наблюдение «мерцания звёзд»**

- Понаблюдайте, как выглядит фольга через спокойный слой воды.
- Не выключая фонарь, продолжайте наблюдения, но слегка помешав при этом поверхность воды карандашом.

Результаты. После возмущения поверхностного слоя воды наблюдается мерцание света, отражённого от фольги.

Объяснение. Волны на поверхности воды заставляют лучи света изменять их направление. Это происходит из-за явления преломления. Лучи света претерпевают многочисленные отклонения от прямого пути, то сосредотачиваясь, то рассеиваясь. В случае со звёздами причина мерцания – земная атмосфера, через которую лучи звёзд должны пройти, прежде чем достигнуть глаза. Отсюда – частые изменения яркости звёзд.

Свет звезды проходит из слоя атмосферы с меньшей плотностью в слой с более высокой плотностью, так как тёплый воздух поднимается вверх, холодный – опускается вниз. Воздух преломляет свет по-разному, в зависимости от температуры. При прохождении света от слоя к слою воздуха и начинается мерцание света. При этом очертания звёзд периодически становятся расплывчатыми, их яркость меняется.

Репозиторий ВГУ

Сами по себе звёзды не мерцают. Это впечатление создаётся у земного наблюдателя, когда он воспринимает свет звезды после того, как он прошёл сквозь атмосферу. Если мы взглянем на звёзды в открытом космосе, где нет атмосферы, мы не заметим мерцания звёзд: они сияют там спокойным, постоянным светом.

Рис. 63. **Мерцание звёзд: эксперимент с газовой горелкой (видео 1 мин 41 с)**

Таким образом, мерцание звёзд не есть свойство, присущее самим звёздам; оно придаётся им земной атмосферой, через которую лучи звёзд должны пройти, прежде чем достигнут глаз человека.

На рис. 63 показан более сложный эксперимент «Мерцание звёзд» с газовой горелкой, когда раскалённый газ имитирует изменение плотности атмосферы.

Вопросы:

1. Если бы вы находились на Луне, то наблюдали бы мерцание звёзд?

Космонавты, наблюдавшие звёзды с Луны, где нет атмосферы, видели небо, усеянное звёздами, которые светили ровным немигающим светом. На Земле, в отличие от Луны, лучи света звёзд, прежде чем достигнуть поверхности, многократно преломляются в различных направлениях.

2. Почему планеты (например, Венера и Марс), светятся отражённым солнечным светом и не мерцают, но выглядят на небе как большие яркие звёзды?

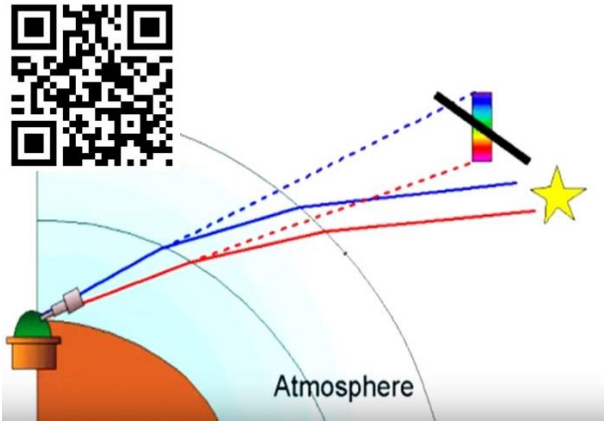


Рис. 64. **Объяснение причины мерцания звёзд (видео 1 мин 51 с)**

Планеты расположены ближе к Земле, и мы воспринимаем их как небольшие диски, а не как крошечные точки. Солнечный свет отражается от разных участков дисков планет. Свет, проходя сквозь слой земной атмосферы, также преломляется, но преломляется неодинаково. От одних участков диска свет отражается и попадает в глаза наблюдателя, хотя от других участков планетного диска свет может не доходить до наблюдателя. К наблюдателю приходит свет, постоянно отражённый от каких-то точек планетного диска. Средняя же интенсивность излучения со всей поверхности диска остаётся постоянной. Поэтому диск планеты и светится ровным немигающим светом.

Репозиторий ВГУ

Просмотрев видео (рис. 64), можно увидеть, как мерцают звёзды Сириус и Арктур, как выглядят звёзды из космоса и почему планеты не мерцают.

3. Есть ли связь между мерцанием звёзд и дрожанием отдалённых предметов в знойные дни?

Причина, которая вызывает мерцание звёзд, та же, что заставляет дрожать отдалённые предметы, когда в знойные дни почва сильно нагревается солнечными лучами.

Эксперимент 2. Звёзды ночью и днём

Факты и наблюдения. Звёзды можно наблюдать ночью (если небо не застлано облаками), а днём они не видны.

Цель. Понять, почему звёзды не видны днём.

Оборудование и материалы. Картонная коробка от обуви, шило, карманный фонарик, тёмная комната с возможностью включения общего освещения.

Инструкция.

- На крышке коробки шилом прокалываем отверстия, повторяющие контур одного из созвездий (например, «ковш» Большой Медведицы) – рис. 65.
- Внутрь коробки помещаем включённый фонарик и плотно закрываем крышкой.
- Коробку помещаем в тёмную комнату по проведению эксперимента. На «продырявленной» стенке коробки явственно выступают освещённые изнутри отверстия («звёзды»).
- Не открывая коробку, зажигаем в комнате свет.

Рис. 65. **Подготовка картонной коробки к эксперименту**

Результаты. При достаточно ярком освещении комнаты «звёзды» на стенке коробки исчезают.

Объяснение. Зажжённый в комнате свет – это «дневной свет Солнца», который и гасит «звёзды». В дневное время мы звёзды не видим, потому что Солнце своими яркими лучами

Рис. 66. **Почему днём не видно звёзд? (видео 40 с)**

Репозиторий ВГУ

освещает всю нашу планету, а космос со звёздами скрывается от нашего взора.

Ответ на вопрос «Почему днём не видно звёзд?» можно также получить в краткой презентации (рис. 66).

Вопросы:

1. Верно ли представление о том, что звёзды можно наблюдать днём из глубокого колодца?

Днём можно наблюдать только одну звезду и в хорошую погоду: это – Солнце. Дневное небо довольно яркое от рассеянного атмосферой солнечного света. Поэтому небольшая добавка в виде света звёзд к этой общей освещённости неба восприниматься нашими глазами не будет. Из всех звездообразных объектов лишь Венера иногда видна на дневном небе. Увидеть её непросто: небо должно быть идеально чистым, и нужно приблизительно знать, в каком месте на небе в данный момент она находится. Если же по какой-то причине общий фон освещённого Солнцем неба ослабнет, например, произойдёт полное солнечное затмение, то яркие звёзды и планеты будут хорошо видны днём.

2. Если нельзя наблюдать звёзды из глубокого колодца, то можно ли их днём увидеть через высокую трубу?

Казалось бы, что труба создает воздушный канал, в котором практически нет рассеянного солнечного света. Конечно, если эта труба пройдёт через всю толщу атмосферы, то сквозь неё можно увидеть звёзды. Однако стоит учесть, что практически вся масса воздуха заключена в приземном слое атмосферы толщиной около 20 км. Такие трубы пока никто не возводил.

3. Видны ли звёзды в иллюминатор космической станции?

Звёзды хорошо видны в открытом космическом пространстве, где небо чёрное, и никакого светового фона там нет. Как выглядят звёздное небо и Земля с борта международной космической станции, показано в следующем видео: рис. 67.

Рис. 67. **Звёздное небо с МКС (видео 3 мин 20 с)**

Эксперимент 3. Пространственные модели созвездий

Факты. Звёздное небо видится нам в проекции на небесную сферу, подобно тому как в кино на плоский экран проецируется весь сюжет фильма. Наблюдателю с Земли кажется, что все звёзды находятся от него на одинаковом расстоянии. На киноэкране мы легко отличаем далёкие предметы от близких благодаря знакомству с объёмным оригиналом, но в двумерной россыпи звёзд нет наглядной подсказки, позволяющей обратить ее в трёхмерную карту.

Репозиторий БГУ

Между тем, расстояния – это ключ к пониманию устройства Вселенной. Как без знания расстояния оценить истинную яркость звезды? Ведь тусклая звёздочка может оказаться яркой звездой по той причине, что она далеко расположена в пространстве. Для сравнения посмотрите на свет двух одинаковых зажжённых свеч, но расположенных на разных от наших глаз расстояниях. Ясно, что более удалённая свеча будет нам казаться весьма тусклым источником света. Такая же картина наблюдается и в мире звёзд. Видимая с Земли яркость звёзд (звёздная величина – безразмерная числовая характеристика яркости) обозначается буквой *m*. Чем меньше значение звёздной величины, тем ярче данный объект. В созвездиях самым ярким звёздам дают собственные имена и обозначают греческой буквой α. На звёздных картах такие звёзды показывают более крупными точками. Другие звёзды – по мере убывания яркости – обозначают соответственно следующими буквами алфавита и меньшими точками.

При описании вида звёздного неба мы пользуемся контурами созвездий, которые помогают быстро запоминать расположение сравнительно ярких звёзд и их названия.

Всем известную группу из семи ярких звёзд, напоминающих очертание ковша (рис. 68), древние греки назвали Большой Медведицей. Если к этой группе звёзд присоединить слабо светящиеся звёзды, расположенные вблизи ковша, то при достаточной фантазии можно провести границы этого созвездия так, что они будут напоминать очертания какого-то большого зверя. Ян Гевелий (1611–1687), польский астроном и конструктор телескопов, создал знаменитый звёздный атлас «Уранография», содержавший великолепные изображения созвездий. Изображение созвездия Большой Медведицы (Ursa Major) в атласе Гевелия показано на рис. 69.

Звёзды, составляющие созвездия на небе, как правило, расположены очень далеко друг от друга в пространстве и никакой связанной группы не образуют. Для того чтобы получить представление о пространственном расположении звёзд в созвездиях, можно изготовить простейшие модели. «Рисунок» любого созвездия совершенно изменился бы, если бы мы могли взглянуть на слагающие его звёзды «со стороны» – из любой другой, отдалённой на соответствующее расстояние от Земли, точки космического пространства.

Цель. Показать на моделях, как в пространстве распределяются звёзды в известных созвездиях.

Репозиторий ВГУ

Оборудование и материалы. Катушка прочных ниток. Набор бусинок разных размеров и цвета. Картонки размером примерно 40×40 см. Шило. Скотч. Фломастер. Ножницы.

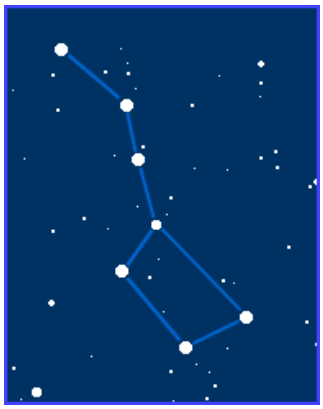


Рис. 68. **Семь ярких звёзд Большой Медведицы**

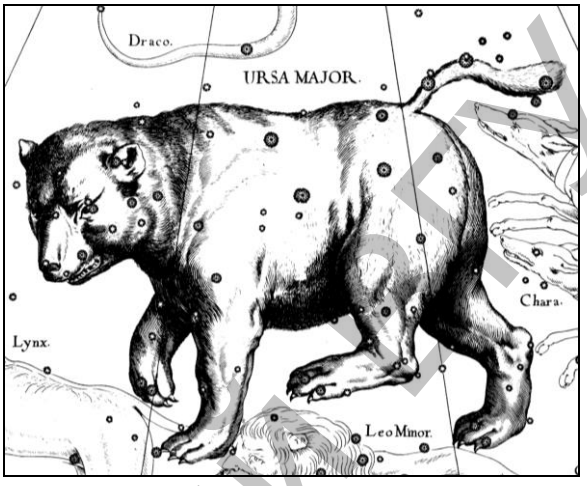


Рис. 69. **Изображение созвездия Большой Медведицы в звёздном атласе Яна Гевелия**

Инструкция. Покажем изготовление пространственной модели на примере созвездия Большой Медведицы.

- Вначале контуры созвездия наносим на планшет (картонку) подходящего размера. Размеры звёзд на контуре созвездия условно показывают их блеск (более яркие звёзды отмечаем пятнышками бóльшего размера), как показано на рис. 68. Греческие буквы названий звёзд лучше отпечатать на принтере, вырезать и наклеить рядом с изображениями звёзд. Кроме того, можно маленькими точками нанести изображения слабых звёзд, украсить планшет картинками созвездий из старинных атласов (рис. 69), на обороте планшета привести сведения о звёздах и т.д.
- Сами же звёзды в модели имитируем бусинками или пластилиновыми шариками, нанизанными на нити. Способ закрепления бусинок показан на рис. 70. Подобное крепление бусинок позволяет скорректировать их положение на нитях (передвинуть) после окончательной сборки модели. Уже при первом знакомстве со звёздным небом обращает на себя внимание различие звёзд по цвету. Поэтому

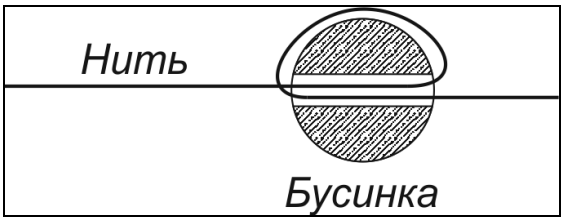


Рис. 70. **Способ крепления бусинок на нитях**

Репозиторий ВГУ

для приближения модели созвездия к реальности лучше использовать бусинки разных цветов.

- По центру каждого пятнышка-звёзды на планшете прокалываем отверстия и через них пропускаем концы каждой нити с бусинками. На обратной стороне планшета все нити закрепляем скотчем. Для того, чтобы нити модели не перепутывались, следует собирать модель из небольшого числа звёзд.

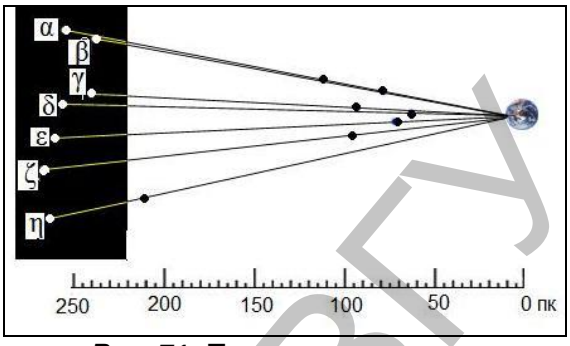


Рис. 71. **Пространственное расположение основных звёзд созвездия Большой Медведицы**

- При расположении звёзд-бусинок необходимо руководствоваться рис. 71, на котором на шкале под рисунком показано относительное расположение звёзд в созвездии. Истинные расстояния звёзд от Земли указаны в парсеках. На модели можно взять шкалу расстояний, например, до 25 см (то есть самая далёкая звезда (η) в «ковше» будет на расстоянии 21 см). Таким образом, положения бусинок на нитях будет соответствовать масштабу удаленности звёзд от наблюдателя, то есть от Земли.
- Все нити, отходящие от планшета, собираются в одной точке и завязываются в пучок общим узлом – это точка наблюдения (Земля). Необходимо проследить, чтобы нити были натянуты одинаково (без провисания).
- Используя прилагаемую табл. 4, на которой имеются основные данные, можно изготовить модель созвездия Льва.
- Рассмотрим более подробно изготовление модели созвездия Льва. Так как звезда ε Льва наиболее удалена от нас (77 пк) из представленных в табл. 4, поэтому её можно закрепить на нити практически в плоскости планшета. Звезда Денебола – наиболее близкая к нам (11 пк) из всех звёзд, представленных в таблице. Поэтому она будет располагаться дальше всех других звёзд от плоскости планшета – 49 см. Как видим, все нити с бусинками должны иметь длину не менее 50 см. Кроме этого, нужно оставить запас для крепления нитей на планшете (с обратной его стороны) и связывания других концов нитей в общий узел, который будет символизировать Землю.

Репозиторий ВГУ

Результаты. Собранная модель главных звёзд созвездия Льва показана на фотографии (рис. 72). Можно убедиться, несмотря на то, что звёзды-бусинки разделяют разные расстояния, из точки схождения нитей они дают именно тот рисунок созвездия, который представлен на обычной карте звёздного неба.

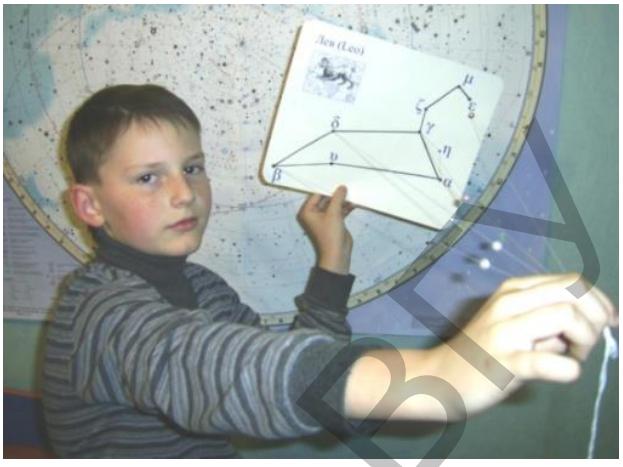
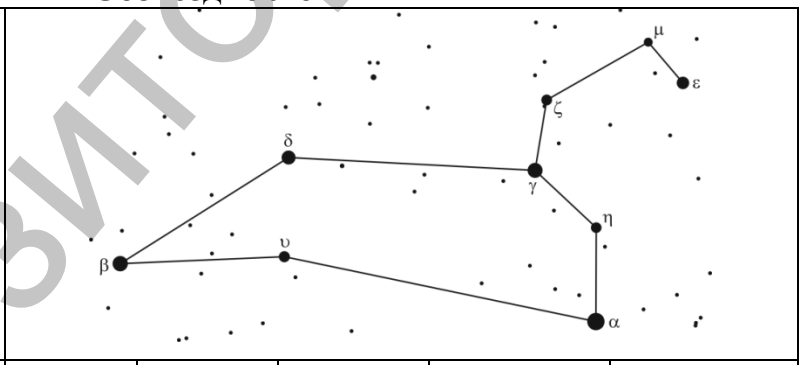


Рис. 72. **Демонстрация готовой модели созвездия Льва**

При изготовлении других моделей созвездий следует руководствоваться астрономическими атласами и справочниками, чтобы на их основе составить таблицы, подобные представленной табл. 4.

Таблица 4

Созвездие Лев

Лев (Leo)						
Обозначение звезды	Название звезды	Блеск, *m*	Цвет	Параллакс	Расстояние до звезды, пк	Расстояние для модели*, см
α	Регул	1,35	голубо-ватый	0,042"	24	**39**
β	Денебола	2,14	белый	0,090"	11	**49**
δ	Зосма	2,56	белый	0,056"	18	**44**
γ	Альгиеба	2,30	оранже-вый	0,025"	40	**27**
ε	ε Льва	2,98	жёлтый	0,013"	77	**0**

* В табл. 4 параметр *расстояние для модели* (в см) указан при отсчёте расстояния звёзд-бусинок от плоскости планшета; в этом случае упрощается их расстановка на нитях.

Репозиторий ВГУ

Для сведения. Строго говоря, в современном понимании, созвездие – это определённый участок неба, имеющий свои границы, а не только звёзды, образующие характерный контур. В далёком прошлом «созвездиями» называли различные группы звёзд, помогающие запоминать определённый узор звёздного неба, с помощью которого ориентировались во времени и на местности. Каждый народ имел свои традиции и признаки разделения звёзд на созвездия. Небесная сфера в настоящее время разбита на 88 таких участков.

Наиболее яркие звёзды в созвездиях имеют свои имена. Например, α Льва получила название Регул, следующая по яркости звезда (β Льва) – Денебола. Иногда от этого правила встречаются отклонения. В некоторых созвездиях «перепутаны» какие-то звёзды по яркости (например, Бетельгейзе и Ригель в Орионе). Все эти несоответствия вызваны историческими причинами. У древних астрономов не было точных светоизмерительных приборов, позволяющих на современном уровне измерить звёздную величину, к тому же очертания созвездий неоднократно менялись, и долгое время вообще не существовало общепринятых названий, очертаний и самого количества созвездий. Отсюда и возникла некоторая путаница.

Считается, что в нашей Галактике более 100 млрд звёзд. Около 1% из них занесено в каталоги, а остальные безымянные и даже не считаны. Звезда, попавшая в каталог, получает индивидуальное обозначение: обычно это либо порядковый номер, либо комбинация координат звезды. Но в разных каталогах эти номера могут различаться. В «Уранометрии» Иоганна Байера, где изображены созвездия и связанные с их названиями легендарные фигуры, звёзды были обозначены строчными буквами греческого алфавита приблизительно в порядке убывания их блеска: α – ярчайшая звезда созвездия, β – вторая по блеску и т.д. Если созвездие было богато звёздами и 24 букв греческого алфавита не хватало, то Байер использовал латинский алфавит: сначала все строчные буквы, а если и их не хватало, то и заглавные, но не далее буквы Q. Полное обозначение звезды в системе Байера состоит из буквы и латинского названия созвездия. Например, Сириус – ярчайшая звезда Большого Пса (Canis Major) – обозначается как α Canis Major, или сокращенно α CMa.

Рис. 73. **Звёздный атлас Яна Гевелия «Уранография» (видео 8 мин 21 с)**

Репозиторий ВГУ

Познакомиться с атласом Яна Гевелия можно по ссылке на рис. 73.

Вопросы:

1. Верно ли с точки зрения астрономии будет высказывание «Космический корабль отправился в созвездие Ориона»?

Неверно. Звёзды, образующие узор созвездия Орион, находятся от нас на очень разных расстояниях. Правильнее было бы указать какую-либо конкретную звезду в созвездии Ориона.

2. Изменится ли привычная конфигурация созвездий, если наблюдать их, допустим, с Марса?

Нет. По сравнению с расстояниями в Солнечной системе звёзды находятся очень далеко от Солнца. Поэтому разницы в конфигурациях созвездий с Земли или Марса наблюдаться не будет.

Эксперимент 4. Домашний планетарий

Факты. Планетарий – научно-просветительное учреждение, в котором демонстрируется небесная сфера со звёздами (рис. 74). Этим же словом также называют аппарат для проецирования изображений звёздного неба на полусферический купол-экран.

Рис. 74. **В планетарии Санкт-Петербурга (видео 3 мин 58 с)**

Цель. Показать, как в планетарии получают изображения созвездий и звёзд ночного неба.

Оборудование и материалы. Фонарик. Небольшая картонная коробка (например, из-под обуви). Целлофан или подобный прозрачный материал. Плотная чёрная бумага. Шило. Ножницы. Клей или скотч.

Инструкция.

- На боковой стороне картонной коробки вырежьте отверстие для карманного фонарика. Размеры отверстия зависят от размеров осветительной части фонарика.
- На противоположной стороне – вырежьте второе квадратное или прямоугольное отверстие размерами примерно 10×10 см.
- Снаружи коробки на полученное квадратное отверстие прикрепите (или приклейте) кармашек из целлофана таким образом, чтобы он несколько выходил за пределы квадратного отверстия (примерно на 0,5 см).

Репозиторий ВГУ

- Из чёрной бумаги нарежьте карточки-«слайды» так, чтобы они свободно входили в целлофановый кармашек.
- На карточки, используя астрономический атлас, нанесите карандашом контуры созвездий и их главные звёзды.
- Аккуратно шилом в местах расположения звёзд проделайте отверстия. Обратите внимание: для более ярких звёзд отверстия должны быть побольше.
- Вставьте одну из карточек в прозрачный кармашек Вашего аппарата-планетария. Включите фонарик и в затемнённой комнате наведите аппарат на белую стенку (рис. 75).

Рис. 75.
Самодельный планетарий

Результаты. На стене, которая является в данном случае экраном, Вы увидите увеличенное созвездие, контуры которого будут повторять изображение на карточке. Чем больше Вы подготовите карточек с созвездиями, тем больше возможностей для их показа будет иметь Ваш планетарий.

Рис. 76.
Аппарат «Планетарий» (видео 12 мин 45 с)

Объяснение. Свет от фонарика проходит сквозь отверстия («звёзды») на карточке из плотной чёрной бумаги и идёт дальше, пока не попадёт на стену-экран. На стене мы увидим увеличенный контур созвездия, который и создают отверстия на карточке. Для показа ночного неба в планетарии используют сложный оптико-механический аппарат «Планетарий», который также имеет ряд других возможностей (рис. 76). В различное время года на небе видны разные звёзды. Аппарат «Планетарий» позволяет этот процесс сделать куда быстрее.

Рис. 77.
Проект реконструкции Минского планетария

Репозиторий БГУ

Для сведения. Разработан проект реконструкции нового Минского планетария. Главный фасад здания останется практически нетронутым, а позади него появится двухэтажная пристройка (рис. 77). С историей Минского планетария можно познакомиться по ссылке на рис. 78.

Рис. 78.
История Минского планетария (web-страница)

Современные планетарии для передачи изображения звёздного неба или карты планеты с высокой точностью и достоверностью используют сложную аппаратуру на основе цифровых и лазерных технологий, что создаёт реалистичное и детальное изображение различных космических объектов.

Вопросы:

1. Это созвездие можно увидеть летом и осенью, оно напоминает лебедя с широко раскинутыми крыльями, летящего к Земле. Как оно называется?

Созвездие называется Лебедь.

2. Конфигурация какого созвездия Северного полушария неба показана на рис. 79?

Созвездие называется Дракон.

3. Это созвездие окружают Близнецы, Единорог, Эридан и Телец. Как называется созвездие?

Созвездие называется Орион.

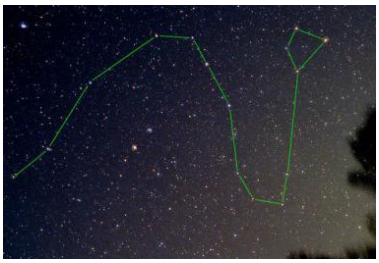


Рис. 79.
Конфигурация созвездия

Эксперимент 5. Маятник Фуко

Факты. Сейчас наверняка точно известно, что Земля вращается вокруг своей оси. Существует несколько доказательств этого факта, самым простым из них является смена дня и ночи.

Идея суточного вращения Земли нашла подтверждение еще в I веке н. э., о чем свидетельствуют работы древнегреческого астронома Клавдия Птолемея. Благодаря вращению Земли происходит смена дня и ночи. Один оборот вокруг своей оси Земля делает за сутки.

В середине XIX века французский физик Жан Фуко изобрёл устройство, которое наглядно демонстрирует вращение Земли.

Репозиторий БГУ

Цель. С помощью простейшего маятника смоделировать опыт Фуко и доказать, что существует суточное вращение Земли вокруг её оси.

Одним из простейших маятников является грузик, подвешенный на нити. В условиях вращения Земли при достаточно большой нити подвеса плоскость, в которой маятник совершает колебания, будет медленно поворачиваться относительно земной поверхности.

Оборудование и материалы. Широкое блюдо или тарелка с невысокими краями. Мелкая соль. Заострённая спичка или зубочистка. Пластилин. Нитки. Табурет. Деревянная планка длиной около 0,5 м.

Инструкция.

- Из пластилина скатайте небольшой шарик.
- С одной стороны к шарику прикрепите нитку, а с другой – воткните в него заострённую спичку.
- Переверните табурет вверх ножками и поставьте его на стол.
- На две противоположные ножки табурета положите деревянную планку или подходящую линейку. Прикрепите к средине планки нитку с пластилиновым шариком.
- В средину табуретки поставьте тарелку.

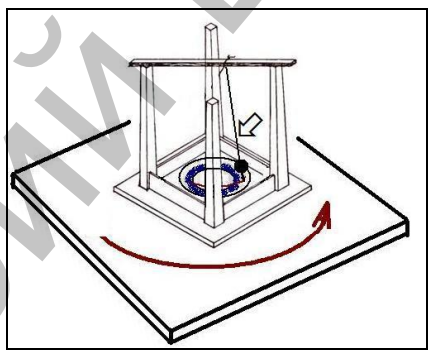


Рис. 80.
Опыт Фуко в домашних условиях

- На тарелку по краям в виде валика тонким слоем насыпьте соль (рис. 80).
- Отрегулируйте длину нитки таким образом, чтобы спичка немного не доходила до дна тарелки.
- Отведите маятник в сторону за соляной валик и отпустите.
- Постепенно начинайте плавно, без рывков поворачивать табуретку вокруг её собственной оси. Проследите за колебаниями маятника.

Результат. Поворот табуретки вместе с тарелкой повторяет эффект вращения Земли. При повороте табуретки маятник на соляном валике проходит не по одному и тому же следу, а немного в стороне. Причём, направление колебаний маятника не изменяется, он продолжает раскачиваться в той же плоскости, оставляя всё новые следы на соляных валиках по мере поворота табуретки.

Объяснение. Вращение Земли передаётся всем неподвижным предметам, которые на ней находятся. Вместе с Землёй против часовой стрелки медленно поворачиваются дома, а также табуретка

Репозиторий ВГУ

с тарелкой и соляными валиками. Только маятнику это вращение не передаётся, поскольку он подвешен на гибкой нити, а не жёстко прикреплён к Земле.

Плоскость колебаний маятника поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения Земли.

Рис. 81. **Маятник Фуко в парижском Пантеоне (видео 1 мин 44 с)**

На самом деле даже когда в эксперименте не будет поворачиваться табуретка с тарелкой, а будет покоиться на столе, маятник будет проходить не по одному и тому же следу, а немного в стороне. Только это смещение настолько маленькое, что увидеть его невозможно. Если бы наш маятник мог долго колебаться без остановки, то он вычертил бы на соляном валике полный оборот вокруг оси тарелки.

Для сведения. Вращение Земли вокруг собственной оси с помощью маятника в 1851 году убедительно доказал Жан Фуко. В Париже – в Пантеоне под куполом подвесили маятник (длиной 67 м), а под ним круг с делениями (рис. 81). При каждом следующем движении маятник оказывался на новых делениях. Это может произойти только в том случае, если поверхность Земли под маятником поворачивается. При каждом колебании маятник отклонялся на 3 мм. За 32 часа маятник сделал полный круг.

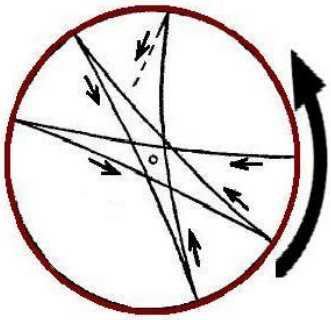


Рис. 82. **Траектория маятника Фуко относительно Земли**

Находящийся на Земле и вращающийся вместе с ней наблюдатель заметит, что плоскость качаний маятника медленно поворачивается относительно Земли в сторону, противоположную вращению нашей планеты. На широте Минска за звёздные сутки маятник описывает дугу в 290 градусов, то есть в час сдвигается на 12 градусов.

Для Северного полушария траектория движения груза маятника Фуко относительно Земли выглядит «звёздочкой», показанной на рис. 82. Для наглядности на рисунке сильно преувеличен угол поворота плоскости качаний при каждом колебании маятника. Кривизна траектории направлена то в одну, то в другую сторону в зависимости от того, куда движется маятник: вперёд или назад.

Репозиторий БГУ

В Северном полушарии плоскость колебаний маятника будет вращаться по часовой стрелке, а в Южном полушарии – против часовой стрелки.

Можно и в домашних условиях проделать эксперимент не только с моделью, но и с настоящим маятником Фуко. Но где найти помещение с потолком не ниже хотя бы пять-шесть метров? Например, в вестибюле Минского государственного педагогического университета имени М. Танка установлен маятник Фуко (рис. 83).

Рис. 83. **Маятник Фуко в Минске**

Сооружение представляет собой застеклённую пирамиду общей высотой 7,5 м, внутри пирамиды подвешен шар. Наблюдая за работой маятника, можно заметить, что во время колебаний маятника шар медленно поворачивается в сторону, противоположную от вращения нашей планеты.

Маятник Фуко получил распространение во многих странах. Существующие устройства в основном сконструированы по одному и тому же принципу и различаются между собой по техническим параметрам и дизайну площадок, на которых они установлены.

Рис. 84. **Жан Бернар Леон Фуко (видео 14 мин 38 с)**

Вопросы:

1. Чем знаменит Жан Фуко, кроме изобретения способа наглядного подтверждения вращения Земли вокруг собственной оси?

Кроме маятника, названного его именем, учёный спроектировал гироскоп, разработал метод измерения скорости света в воздухе и воде, а также создал один из способов серебрения зеркал. За проведение опыта с маятником Фуко был удостоен ордена Почетного легиона – высшей награды Франции. Биография и изобретения Фуко доступны по ссылке на рис. 84.

2. Как будет совершать колебания маятник Фуко на полюсах Земли?

На полюсах планеты плоскость качания маятника будет совершать полный оборот каждые сутки. Плоскость качания поворачивается точно на 15° каждый час.

3. Как бы повёл себя маятник Фуко на земном экваторе?

На земном экваторе маятник Фуко качался бы по одной и той же линии. Скорость вращения плоскости качания была бы равна нулю.

Репозиторий БГПУ

4. Если бы в мировом пространстве, окружающем Землю, не было небесных светил – Солнца, звёзд и Луны, мы бы не замечали вращения Земли. Как в этом случае можно было бы установить факт вращения Земли вокруг собственной оси?

Этот факт можно установить, воспользовавшись опытом Фуко.

Эксперимент 6. День и ночь

Факты. Смена дня и ночи настолько привычна для людей, что многие не задумываются, почему так происходит и с чем это связано.

Цель. Показать причину смены дня и ночи.

Оборудование и материалы. Глобус. Лампа без абажура. Фигурка человека из пластилина.

Рис. 85. **Демонстрация смены для и ночи**

Инструкция.

- В затемнённой комнате установите на столе глобус («Земля») напротив включённой электрической лампочки без абажура («Солнце»).
- На освещённой части глобуса закрепите пластилиновую фигурку человека (рис. 85).
- Поверните глобус вокруг его оси на пол-оборота (рис. 86).

Рис. 86. **Вращение глобуса для демонстрации смены дня и ночи (видео 15 с)**

Результаты. Солнце освещает только повёрнутую к нему половину земного шара. На освещённой стороне – день. На теневой стороне – ночь. После поворота глобуса на 180° фигурка человека окажется в теневой зоне глобуса.

Объяснение. Когда Земля повернута к Солнцу одной из своих сторон, она в этой части получает большее количество света и тепла, следовательно, на этой стороне нашей планеты наступает день. В это же время сторона, противоположная Солнцу, находится в тени – там наступила ночь.

Причина смены дня и ночи заключается в суточном вращении Земли. Мы видим, как Солнце движется с востока на запад, но на самом деле это лишь отражение того факта, что Земля вращается вокруг собственной оси с запада на восток.

Репозиторий ВГУ

За сутки Земля совершает полный оборот вокруг своей оси, что и является причиной чередования смены дня и ночи в большинстве её районов.

Наша планета наклонена к плоскости своей орбиты на 23,4°. Из-за этого районы вблизи Северного и Южного полюсов освещаются особым образом: на протяжении полугода на одном из полюсов царит полярная ночь, в то время как на другом – полярный день. Почему? На одном из полюсов Солнце просто не заходит за горизонт, а на другом оно вообще не появляется на горизонте (рис. 87).

Полярный день – период, когда Солнце многие сутки не опускается за горизонт. Чем дальше от полярного круга к полюсу, тем больше продолжительность полярного дня.

Полярная ночь – период, когда Солнце не появляется в течение суток над горизонтом. Наблюдается от полярного круга, где полярная ночь может продолжаться до 178 суток.

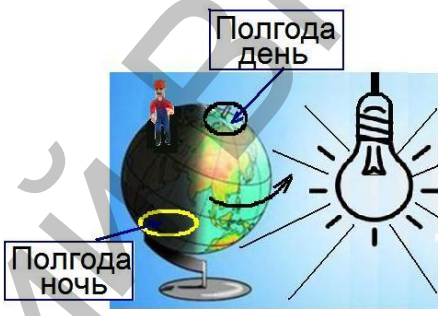


Рис. 87. **Области на земном шаре с полярной ночью и полярным днём**

Для сведения.

Количество часов в сутках обусловлено временем, за которое Земля совершает один оборот около своей оси – за 23 часа 56 минут и 4,1 секунды, что округляется до 24 часов.

Сутки условно делятся на периоды:

- утро – время, когда начинается рассвет на восточной части небосвода и Солнце появляется из-за горизонта;
- день – промежуток времени, когда Солнце движется по небосклону с восточного края к западному;
- вечер – время, когда светило заходит на западе и исчезают последние лучи заката;
- ночь – тёмное время суток, когда Солнце освещает обратную сторону земного шара.

Вопросы:

1. Почему происходит смена дня и ночи?

Вследствие своего вращения вокруг оси Земля бывает обращена к Солнцу то одной, то другой своей стороной. Следовательно, и солнечные лучи падают то на одну, то на другую сторону земной поверхности. На стороне, обращённой к Солнцу, мы наблюдаем день, а на противоположной стороне – ночь.

2. Представьте, что земная ось установилась перпендикулярно плоскости орбиты Земли. Как изменилась бы продолжительность дня и ночи?

Репозиторий ВГУ

Именно благодаря наклону оси Земли день и ночь не делятся поровну. Если бы ось установилась перпендикулярно, то все земные участки получили бы по 12 часов темноты и света.

3. От чего зависит продолжительность дня на Земле?

Продолжительность дня зависит от географической широты места и от склонения Солнца.

Эксперимент 7. Земная ось

Факты. Глобус – это модель Земли. Вы, конечно, заметили, что глобус может вращаться вокруг наклонной оси (рис. 88). Эта ось наклонена к основанию учебного пособия не случайным образом, а под определённым углом, чтобы показать наклон земной оси к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца. Для Земли угол наклона оси составляет 66°33'.

Рис. 88. **Глобус, вращающийся вокруг наклонной оси (анимация)**

Цель. Показать постоянство наклона земной оси при движении Земли по орбите.

Оборудование и материалы. Вам не раз приходилось ремонтировать свой велосипед: то заклеить камеру, то смазать подшипники. Оборудование, которое пригодится для эксперимента, – это на время снятое переднее колесо велосипеда.

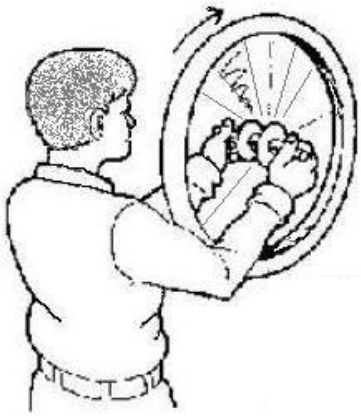


Рис. 89.
Вращение колеса велосипеда

Инструкция.

- Поверните велосипед вверх колёсами, ключом освободите ось переднего колеса.
- Раскрутите свободное колесо рукой, чтобы оно быстро вращалось.
- Удерживая вращающееся колесо двумя руками за ось, извлеките его из передней вилки велосипеда.
- Не прилагая дополнительных усилий к колесу, а только поддерживая его, вместе с вращающимся колесом обойдите вокруг велосипеда (рис. 89). Обратите внимание, как будет направлена ось колеса.

Репозиторий БГУ

Результаты. Ось колеса во время перемещения остаётся параллельной самой себе и сохраняет своё положение в пространстве даже при условии движения по «орбите» вокруг велосипеда.

Объяснение. Наклон оси вращения – угол отклонения оси вращения небесного тела от перпендикуляра к плоскости его орбиты. Планеты вращаются вокруг Солнца по практически круговым орбитам, которые лежат почти в одной плоскости. В плоскости орбиты Земли лежит так называемая плоскость эклиптики, что очень близко к среднему показателю плоскостей орбит остальных планет. Из-за этого видимые пути планет, Луны и Солнца на небе пролегают поблизости линии эклиптики. Наклоны орбит начинают свой отсчёт от плоскости эклиптики. Те углы, которые имеют наклон менее 90º, соответствуют движению против часовой стрелки (прямому орбитальному движению), а углы, превышающие 90º, – обратному движению.

В нашем эксперименте изначально угол наклона оси не составлял 66°33', так как мы раскрутили колесо, когда ось была практически параллельна уровню пола. Для того, чтобы выдержать подобный угол, нужен помощник: экспериментатор держит колесо за концы оси под нужным углом, а помощник раскручивает колесо.

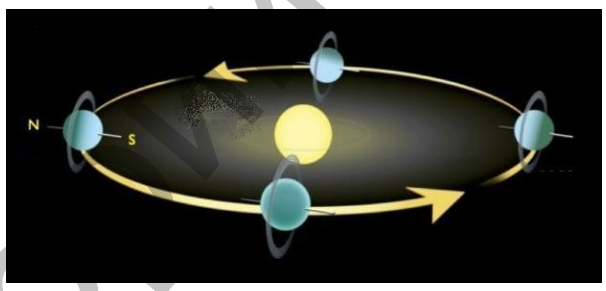


Рис. 90. **Движение планеты Уран по орбите**

Рис. 91. **Вращение Земли вокруг Солнца (видео 3 мин 41 с)**

Отметим, что эксперимент в описанном виде больше подходит к планете Уран, так как у него угол наклона оси вращения практически совпадает с плоскостью орбиты – 97,86°. Поэтому говорят, что эта планета – «лежебока», которая вращается на боку (рис. 90). Планета как будто катится по своей околосолнечной орбите.

О наклоне земной оси и эллиптичности орбиты Земли в движении вокруг Солнца смотрите в видео «Вращение Земли вокруг Солнца» (рис. 91).

Репозиторий ВГУ

Вопросы:

Проведём мысленный опыт, который состоит в том, что мы поместим ось Земли в плоскость её орбиты.

1. Как в этом случае будет перемещаться Земля по орбите?

В этом случае Земля будет обходить Солнце «лежа», вращаясь вокруг оси примерно так, как вращается далёкий член нашей планетной семьи – Уран.

2. Что произойдёт на Земле?

Если бы ось Земли расположилась в плоскости эклиптики, как это имеет место в случае Урана, то картина была бы примерно следующей. На полюсах Солнце спирально поднималось бы вверх к самому зениту, а затем таким же образом спускалось к горизонту, чтобы на полгода исчезнуть в небе полушария наблюдателя. Когда Солнце будет подниматься к зениту, то в приполярных районах будет устанавливаться тропическая жара. В средних широтах с началом весны станут увеличиваться дни; спустя некоторое время там установится непрерывный день, который будет длиться столько суток, сколько градусов содержит удвоенная широта местности. С наступлением зимы картина станет обратной. На экваторе день всегда равнялся бы ночи. Кроме того, на всей планете не было бы точки, где Солнце не побывало бы в течение года в зените.

Эксперимент 8. Прецессия земной оси

Факты. Древние астрономы отмечали, что с течением времени положение звёзд на небе в одно и то же время года медленно менялось. Кроме того, они отметили ещё более заметное явление смещения северного полюса неба. Наша Полярная звезда только временно может служить звездой, указывающей на северный полюс, хотя движение полюса за время человеческой жизни ничтожно мало. В то время когда строились египетские пирамиды, Полярной звездой была α Дракона (Тубан), лежащая примерно на расстоянии 25° от нашей Полярной звезды.

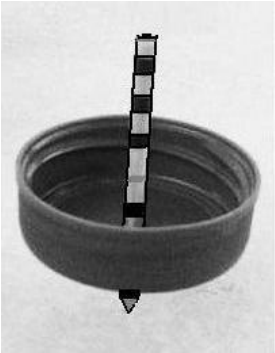


Рис. 92. **Волчок из пластмассовой пробки**

Цель. Продемонстрировать движение земной оси. Выявить причину «миграции» Северного полюса мира.

Оборудование и материалы. Пластиковая крышка от бутылки для напитков. Тонкая заострённая палочка. Пластилин.

Инструкция.

- Если не найдёте детскую игрушку волчок, то изготовьте его самостоятельно. Проделайте шилом или острым концом ножниц отверстие в центре крышки; вставьте в отверстие палочку так, чтобы заострённый конец палочки немного выступал из крышки (рис. 92). Заполните пластилином внутреннюю часть крышки.

Репозиторий ВГУ

От тщательности изготовления волчка будут зависеть его динамические качества.

- Удерживая палочку пальцами за длинный конец, раскрутите её и поставьте волчок на стол. Если волчок сразу же падает – значит, отверстие было сделано не по центру.
- Понаблюдайте за особенностями вращения волчка (рис. 93). Подождите, пока его вращение начнёт замедляться.

Рис. 93. **Наблюдение вращения волчка (видео 1 мин 44 с)**

Результаты. Первоначально ось вращения волчка вертикальна. Затем верхняя точка его оси постепенно начинает описывать круги, а в конце вращения движется по расходящейся спирали (рис. 94). Когда скорость вращения становится недостаточно большой, ось волчка по крутой спирали удаляется от вертикали и волчок падает.

Объяснение. Из-за трения угловая скорость собственного вращения уменьшается – это причина падения волчка.

Земля – это своеобразный волчок. Её ось – воображаемая линия, проходящая через Южный (*S*) и Северный (*N*) полюс – при движении Земли вокруг Солнца в пространстве направлена на Полярную звезду.

Ось Земли так же, как и наш волчок, описывает круги, только очень медленно. Такое движение земной оси в пространстве называется прецессией (рис. 95). Земная ось описывает конус в пространстве примерно каждые 26 тыс. лет.

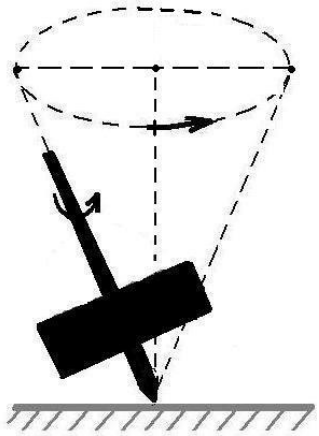


Рис. 94. **Движение оси волчка**

Для сведения. Но если волчок в нашем эксперименте успевает завершить немного круговых движений, то земная ось совершает один оборот по кругу почти за три десятка тысяч лет!

То есть земная ось за такой промежуток времени вернётся в прежнее положение – к Полярной звезде.

Репозиторий ВГУ

На рис. 96 показан полный цикл прецессии земной оси за один оборот. От Полярной звезды (куда нацелена сейчас земная ось) она перейдёт к звезде γ Цефея, потом к β Цефея, к Денебу и только через 14 тыс. лет земная ось максимально удалится от Полярной звезды и приблизится к звезде Вега. Далее ось подойдёт к Тубану и, проходя Кохаб, вернётся в исходное положение. Демонстрация прецессии с помощью специального прибора показана на рис. 97.

Рис. 95. **Схема прецессии земной оси**

Как видим, колебание оси вращения Земли влечёт изменение положения звёзд относительно сетки координат в астрономических атласах. Прецессия земной оси происходит из-за гравитационного воздействия на Землю Солнца и Луны.

С прецессией напрямую связан другой эффект, показанный на рис. 98, – это нутация, когда во время прецессии ось вращающейся Земли совершает колебательные движения с определённым размахом (амплитудой). Нутации Земли имеют период 18,6 лет, их максимальная амплитуда (максимальный угол) составляет около 9 угловых секунд.

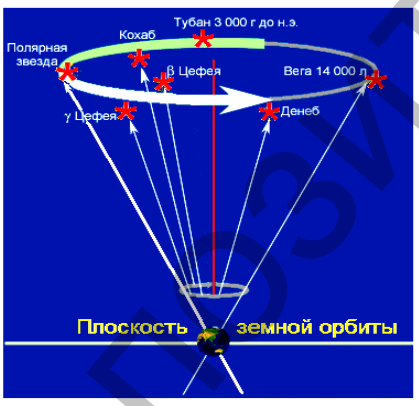


Рис. 96. **Прецессия земной оси среди звёзд**

Рис. 97. **Демонстрация прецессии земной оси с помощью специального прибора (видео 3 мин 2 с)**

Вопросы:

1. Наблюдая вращение волчка, Вы обратили внимание на то, что его ось практически не бывает неподвижна. Почему?

Под действием силы земного тяготения, в соответствии с законами вращательного движения, ось волчка перемещается, описывая коническую поверхность.

Репозиторий ВГУ

2. Как прецессия влияет на смещение точки весеннего равноденствия?

Следствием прецессии является постепенное смещение точки весеннего равноденствия навстречу видимому движению Солнца на 50,3″ в год. По этой причине Солнце ежегодно вступает в точку весеннего равноденствия на 20 мин раньше, чем оно совершает полный оборот на небе.

Рис. 98. **Прецессия и нутация земной оси**

3. Влияют ли прецессия и нутация на положение оси в теле Земли?

Прецессия и нутация изменяют лишь ориентировку оси вращения Земли в пространстве и не влияют на положение этой оси в теле Земли. Поэтому ни широты, ни долготы мест земной поверхности из-за прецессии и нутации не изменяются.

Эксперимент 9. Вращение небесной сферы

Факты. Известно, что Земля вращается вокруг своей оси. Это явление вызывает суточное видимое движение звёзд и других небесных светил.

Цель. Проверить существование суточного видимого движения звёзд.

Инструкция.

- Дождитесь, когда Солнце скроется за горизонтом и на небе появится множество звёзд.
- Выберите в южной части неба какую-нибудь яркую звезду и заметьте её положение относительно любого неподвижного объекта на Земле, например, верхушки дерева, трубы или столба (положение 1 на рис. 99).
- Устройте себе небольшой перерыв на 20–30 минут и возвращайтесь на Ваш пункт наблюдений. Сядьте в том же положении и на том же месте.

Рис. 99. **Наблюдение вращения небесной сферы (северное полушарие Земли, южная сторона неба):**
1 – положение выбранной звезды в начале наблюдения;
2 – положение звезды через некоторое время

Репозиторий ВГУ

- Найдя «свою» звёздочку, Вам не трудно будет заметить, что она сместилась от дерева вправо и вверх – положение 2 на рис. 99. Все остальные звёзды повели себя примерно также – они сместились относительно земного ландшафта.

Результаты и вывод. Из наблюдений следует, что звёзды восходят на восточной стороне горизонта и заходят на западной стороне горизонта, то есть они движутся слева направо по ходу часовой стрелки как единое целое (если стать лицом к южной стороне). Если стоять лицом к северу, то вращение небесной сферы будет против часовой стрелки. При внимательном рассмотрении можно заметить, что Полярная звезда почти не меняет своего положения относительно горизонта. Вызвано кажущееся движение небесной сферы тем, что Земля вращается вокруг своей оси в противоположную сторону, то есть с запада на восток.

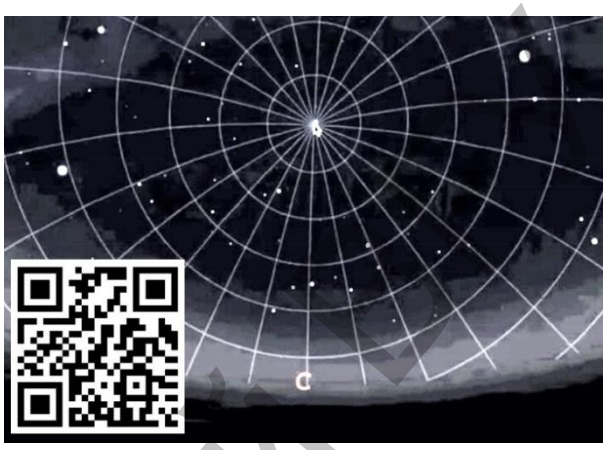


Рис. 100. **Суточное вращение звёздного неба на средних широтах (видео 2 мин 21 с)**

Суточное вращение звёздного неба на средних широтах показано в видео, ссылка на файл приводится на рис. 100.

Вопросы:

1. В древности, наблюдая суточное вращение неба, люди сделали глубоко ошибочный вывод, что звёзды, Солнце и планеты ежесуточно обращаются вокруг Земли. Кто из учёных первым установил истинную причину вращения звёздного неба?

Это установил в XVI веке Николай Коперник. Видимое вращение звёздного неба – только отражение суточного вращения Земли вокруг своей оси.

2. На рис. 101 представлены два изображения созвездий Большой и Малой Медведицы, показывающие их положение в разное время суток. Определите, через какой промежуток времени произошло изменение их положения относительно горизонта?

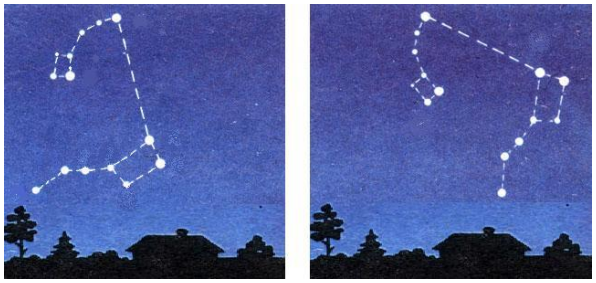


Рис. 101. **Изменение положения созвездий**

На кальку нанесите линии, соединяющие Полярную звезду и крайние звёзды «ковша» Большой Медведицы. Транспортиром измерьте угол между

Репозиторий

направлениями. Время, в течение которого произошло это изменение, равно углу поворота, делённому на 15º.

3. В каком месте на Земле суточное движение звёзд происходит параллельно плоскости горизонта?

На полюсах.

4. Где бы Вы искали Полярную звезду, если бы Вы находились на Северном полюсе Земли?

На горизонте.

Эксперимент 10. Высота светила

Факты. В основе астрономии лежат наблюдения, производимые с Земли. При астрономических наблюдениях удобно определять положение светил по отношению к горизонту. Угловое расстояние звезды по отношению к плоскости горизонта называется высотой светила *h* – рис. 102.

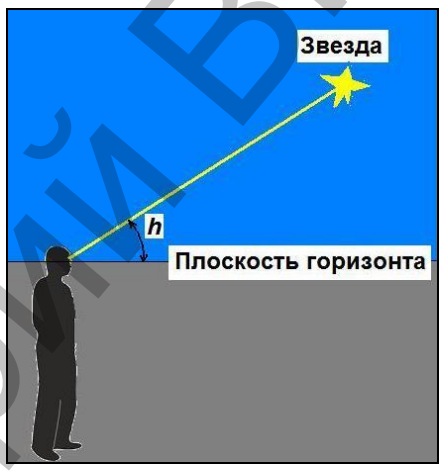


Рис. 102. **Высота светила над горизонтом обозначается буквой *h***

Измерения высоты светила выполняют специальными угломерными инструментами. Одним из древних инструментов, применяемых для определения высоты светил, является квадрант (рис. 103).

В простейшем варианте квадрант представляет собой плоскую доску в форме четверти градуированного круга. Около центра с этого круга вращается подвижная линейка с двумя диоптрами (иногда линейку заменяли трубкой). Если плоскость квадранта вертикальна, то по положению трубы или визирной линейки, направленной на светило, легко измерить его высоту над горизонтом. В тех случаях, когда вместо четверти круга использовали его шестую часть, инструмент назывался секстантом, а если восьмую часть – октантом.

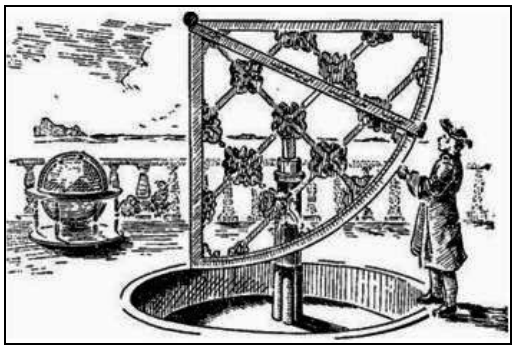


Рис. 103. **Старинный астрономический инструмент – квадрант**

Репозиторий ВГУ

Цель. Понять принцип измерения одной из основных координат в астрономии – высоты светила – с помощью самодельного простейшего квадранта.

Оборудование и материалы. Бумага. Плотный картон. Циркуль. Транспортир. Линейка. Карандаш. Отвес. Прямая трубка от коктейля. Клей.

Инструкция.

- Используя циркуль, транспортир и линейку на листе бумаги, вычерчиваем шкалу квадранта (рис. 104) и наклеиваем её на плотный картон.
- На шкалу приклеиваем трубку для коктейля (визир) и крепим отвес (небольшой грузик на нитке). При сборке модели квадранта руководствуемся рис. 105.
- Наблюдая через трубку-визир какой-либо небесный объект, фиксируем высоту светила по нити отвеса на шкале квадранта. Возможно, для этого на первых порах понадобится помощь другого человека.

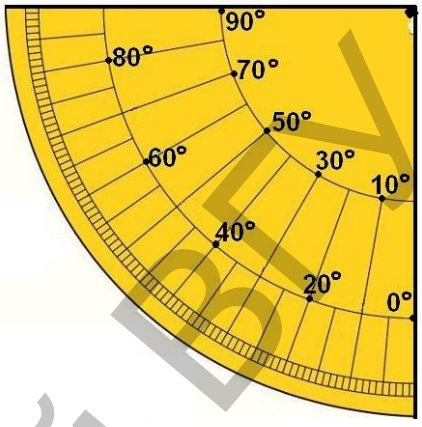


Рис. 104.
Шкала самодельного квадранта

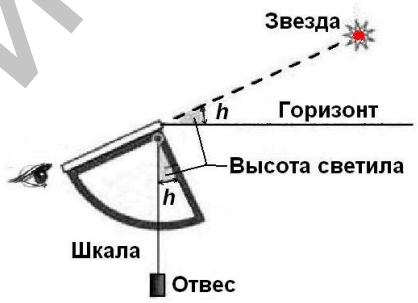


Рис. 105.
Сборка модели квадранта

Предостережение! *Нельзя смотреть на Солнце даже сквозь маленькие отверстия. Для определения высоты Солнца нужно найти такое положение, чтобы солнечный луч проходил через трубку-визир, а на экране в момент измерения было яркое солнечное пятно.*

Результаты. Высота светил отсчитывается от 0° (светило находится на горизонте) до 90° (светило над головой).

Объяснение. Из рис. 105 видно, что угол высоты светила (h) равен углу между нитью отвеса и стороной квадранта (как углы с взаимно перпендикулярными сторонами).

Ранее в астрономических обсерваториях использовались большие квадранты. Дуга квадранта подразделялась на доли градусов и давала возможность отсчитывать направления на светила с точностью до десятых долей минуты дуги.

Для сведения. В восточных странах самыми крупными были квадрант Бируни с радиусом окружности шкалы 7,5 м, а также инструмент обсерватории Улугбека в Самарканде (радиус окружности

Репозиторий ВГУ

40,2 м). Эти инструменты обеспечивали наивысшую точность измерений для своего времени.

В 1667 году французский астроном Ж. Пикар впервые присоединил к квадранту подзорную трубу, что позволило увеличить точность измерений.

Иногда инструменты для измерения высоты светила над горизонтом дополняли устройствами для измерения азимута светила. Положение светила относительно сторон горизонта указывалось с помощью второго угла (азимута), который может меняться в пределах от 0 до 360° (отсчёт ведётся от точки юга по ходу часовой стрелки) – рис. 106. Попутно заметим, что в геодезии, наоборот, азимут наземного объекта отсчитывается от точки севера.

Строго говоря, в астрономии азимут – дуга математического горизонта от точки юга до вертикального круга светила или угол между полуденной линией и линией пересечения плоскости математического горизонта с плоскостью вертикального круга светила.

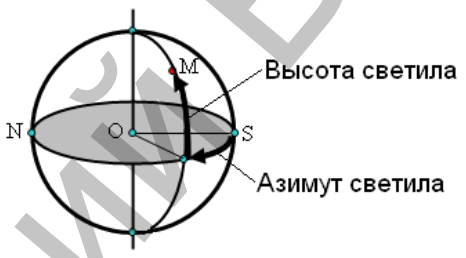


Рис. 106. **Высота и азимут светила – основные координаты горизонтальной системы координат**

Инструменты обсерватории Улугбека были показаны в одной из телепередач канала НТВ (ссылка на видео – рис. 107).

Рис. 107. **Обсерватория Улугбека (видео 2 мин 24 с)**

На рис. 108 показана схема простого угломерного инструмента для измерения высоты и азимута светила, предложенного С. Данлопом. Высота отсчитывается с помощью отвеса, азимут определяется по шкале горизонтального круга, который вращается вместе с вертикальной стойкой.

Вопросы:

1. В квадранте шкала инструмента рассчитана на 90°. На сколько градусов рассчитана шкала в секстанте и октанте?

В секстанте – 60°, в октанте – 45°.

2. В горизонтальную систему координат входят высота и азимут светила. Какие достоинства и недостатки этой системы координат?

Достоинство горизонтальной системы координат: легко ориентироваться. Её недостаток: обе координаты светила изменяются в течение суток. Поэтому эти координаты не годятся для составления звёздных карт, атласов и каталогов небесных светил.

Репозиторий ВГУ

3. Чему равна высота Полярной звезды над горизонтом?

Высота Полярной звезды над горизонтом равна географической широте местности. Если Вы производили измерения в г. Минске, то $h = \varphi \approx 54°$.

Рис. 108. **Схема угломерного инструмента для измерения высоты и азимута светила**

Эксперимент 11. Гномон и полуденная линия

Факты. Удивительно, но самым древним астрономическим инструментом стала обыкновенная палка, воткнутая в землю. И что здесь особенного? Следует обратить внимание, что различные столбы и столбики, опоры электрических и телефонных линий, деревья и здания в солнечный день отбрасывают тени (рис. 109).

Рис.109. **В солнечный день все предметы образуют тени**

Замечено, что длина тени в течение дня меняется. Утром и вечером она длиннее, а в полдень – короче. Изменение длины тени гномона показано в мультипликации на рис. 110.

В нашем эксперименте рассмотрим, как решаются некоторые практические астрономические задачи с помощью простейшего инструмента, который издавна называют гномоном (происходит от греческого – указатель).

Цель. Установить, как можно с помощью гномона определить астрономический полдень и направление «север–юг».

Астрономический полдень – это момент, когда Солнце выше всего поднимается над горизонтом (а не в 12 часов по часам). Направление «север–юг» в астрономии называют полуденной линией.

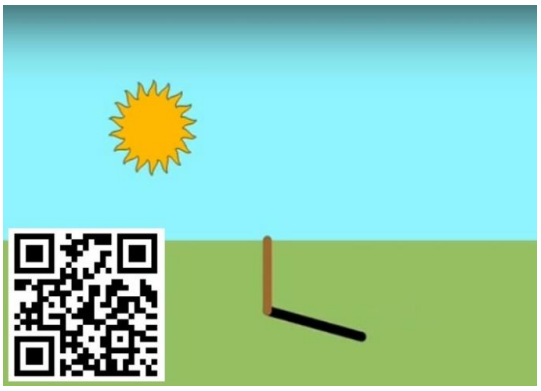


Рис. 110. **Изменение длины тени гномона (видео 9 с)**

Репозиторий ВГУ

Оборудование и материалы. Гномон – шест или рейка длиной 1–1,5 м, 10–12 колышков. Отвес.

Инструкция.

- На открытом горизонтальном участке установите вертикально по отношению к земле шест; для проверки вертикальности гномона воспользуйтесь отвесом.
- Запаситесь терпением и эксперимент начинайте с самого утра. Через равные промежутки времени (например, через каждый час) отмечайте колышками точки окончания тени (рис. 111).
- Проследите в течение дня за тенью, отбрасываемой гномоном.
- Обратите внимание на самую короткую тень, отбрасываемую гномоном.

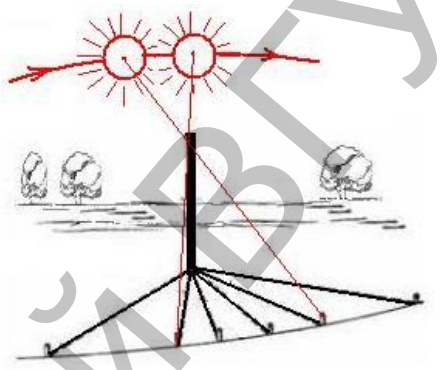


Рис. 111. **Отметка длины тени гномона колышками в течение дня**

Результаты. Тень от гномона меняется не только по длине, но и по направлению. Ближе к полудню тень от гномона становится всё короче.

Объяснение. Известно, что магнитный меридиан не совпадает с географическим и стрелка компаса не указывает точно на точку юга. Более надёжный способ связан с наблюдением суточного движения Солнца. В истинный полдень Солнце находится строго над точкой юга и достигает наибольшего возвышения над горизонтом. В этот момент все тени вертикальных предметов становятся наиболее короткими и направлены строго на точку севера, то есть по наименьшей длине тени гномона определяется направление на север.

Таким образом, в момент истинного полдня тень гномона расположится вдоль линии «юг–север», которая в астрономии называется полуденной линией. Следовательно, зная момент истинного полдня и пронаблюдав за тенью гномона, мы отыщем положение полуденной линии (рис. 112). Найдя же положения точек

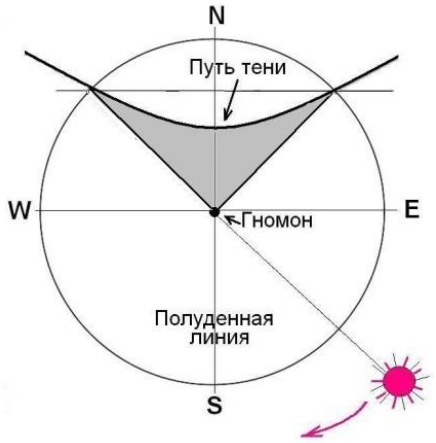


Рис. 112. **Нахождение полуденной линии**

Репозиторий ВГУ

юга (S) и севера (N), определим также положение на горизонте точки запада (W) и точки востока (E).

Для сведения. Если наблюдать за длиной полуденной тени, отбрасываемой шестом гномона в течение года, то можно обратить внимание, что в сентябре тень от шеста одной длины, в октябре она стала длиннее, в ноябре еще длиннее и в двадцатых числах декабря самая длинная в году. С конца декабря тень от шеста опять укорачивается.

Что можно определить с помощью гномона?

1. Можем установить, где находятся север, юг, запад и восток (когда тень имеет наименьшую длину, она всегда указывает на север).

2. Когда наступает местный полдень (в момент, когда тень гномона имеет наименьшую длину).

3. Сколько длятся солнечные сутки (временной интервал, разделяющий два последовательных полудня, равный 24 часам).

4. Положение Солнца во время восхода над горизонтом каждый день изменяется: оно постепенно смещается от точки востока (E) – весеннего равноденствия – до точки, расположенной ближе к северу (N), – летнего солнцестояния, откуда вновь движется на восток (до точки осеннего равноденствия) и продолжает двигаться на юг (S) до точки, где направление движения вновь меняется (точки зимнего солнцестояния), затем возвращается на восток, и весь цикл повторяется сначала (рис. 113).

5. Положение Солнца в момент заката меняется аналогичным образом, но на этот раз точка захода Солнца смещается вокруг точки запада (W). Так стало возможным определить год как временной интервал между двумя весенними равноденствиями.

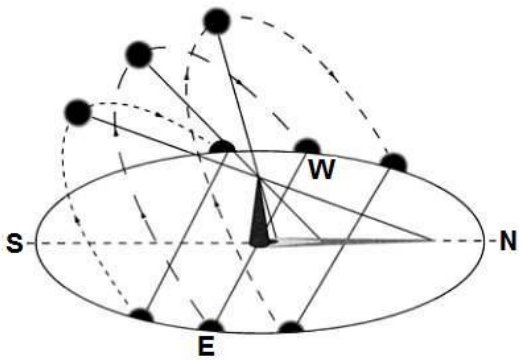


Рис. 113. **Тени от гномона в разное время года**

6. Продолжительность светового дня также постоянно меняется. День зимнего солнцестояния – это самый короткий световой день в году, а тень гномона в полдень этого дня – самая длинная в году. День летнего солнцестояния – самый длинный световой день в году, а тень гномона в полдень этого дня – самая короткая в году.

Таким образом, вместе со сменой времён года изменяется положение Солнца в момент восхода (и заката) на линии горизонта. Каждый день высота Солнца над горизонтом меняется в зависимости от времени года. Гномон (по др.-греч. указатель) – астрономический

Репозиторий ВГУ

инструмент, вертикальный предмет (стела, колонна, шест), позволяющий по наименьшей длине его тени (в полдень) определить угловую высоту Солнца. Кратчайшая тень указывает и направление истинного меридиана. Гномоном также называют часть солнечных часов, по тени от которой определяется время в солнечных часах. Искусство конструирования и изготовления гномонов и солнечных часов называется гномоникой.

По ссылке (рис. 114) познакомьтесь с обелиском-гномоном, установленным на площади Святого Петра в Ватикане. На сайте работает web-камера, изображение с которой обновляется с периодичностью до нескольких минут.

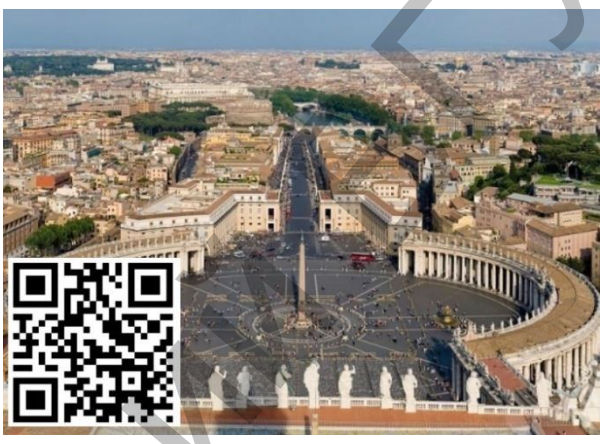


Рис. 114. **Обелиск-гномон в Ватикане (web-страница с онлайн-камерой)**

Вопросы:

1. Почему магнитный меридиан не совпадает с географическим?

Наша Земля имеет два географических полюса, обозначающих оба конца оси вращения планеты, – Северный и Южный. Именно к ним сходятся в одну точку географические меридианы, прочерчивающие дугами глобус или прямыми линиями увеличенную карту местности. Наша планета окутана геомагнитным полем, силовые линии которого аналогично имеют полюса – Северный и Южный, но их точки постоянно смещаются относительно географических координат. Поэтому стрелка магнитного компаса не указывает на географический север. Северный магнитный полюс находится примерно в 560 км (для эпохи 2010 года) от географического, кроме того, магнитные полюса постоянно дрейфуют. Если же поблизости присутствуют сильные локальные магнитные аномалии, то стрелка компаса в этом случае не будет указывать и на магнитный полюс.

2. От чего зависит точность измерения гномоном?

Для точности измерения значение имеет высота гномона – чем он выше, тем длиннее отбрасываемая им тень, что повышает точность измерения. Тем не менее точность гномона в принципе невелика, так как угловой диаметр Солнца приблизительно равен 30′, а использовать гномон для измерения по звёздам невозможно.

Эксперимент 12. Экваториальные солнечные часы

Факты. Появление солнечных часов связано с моментом, когда человек осознал взаимосвязь между длиной и положением солнечной тени от тех или иных предметов и положением Солнца на небе. В настоящее время солнечные часы по прямому назначению практически не используются, они уступили место различным видам других часов (механических, электронных).

Репозиторий ГГУ

Все разновидности солнечных часов имеют два основных элемента конструкции: циферблат (кадран) и гномон (указатель), то есть ту часть часов, которая отбрасывает тень.

У экваториальных (отсюда следует название) солнечных часов плоскость циферблата параллельна земному экватору, а гномон параллелен земной оси и направлен на Полярную звезду.

Цель. Изучить устройство и принцип действия экваториальных солнечных часов.

Инструменты и материалы. Бумага. Картон. Клей. Скотч. Транспортир. Карандаш. Ножницы.

Инструкция.

- Изготовление циферблата. Так как Солнце движется по небесной сфере практически равномерно, тень от гномона за каждый час будет смещаться на угол, равный 15° (360° : 24 = 15°). Поэтому часовые деления на циферблат наносятся также, как и в обычных часах, только отметок нужно не 12, а 24. Бумажный квадратный циферблат солнечных часов показан на рис. 115. Заметим, что от размеров циферблата зависит размер часов в целом.

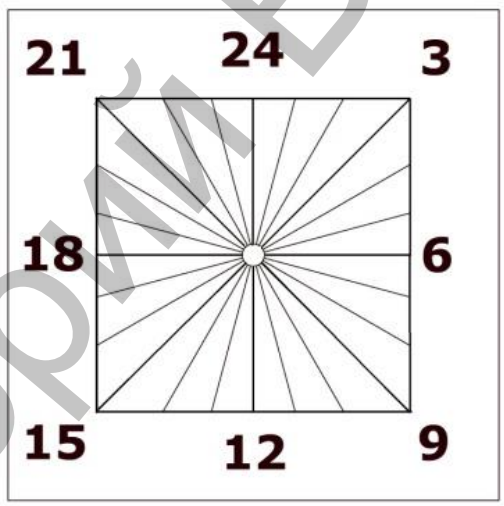


Рис. 115. **Циферблат экваториальных часов**

- Подставка (основание) для часов. На лист картона наклеиваем готовый циферблат. Форма выкройки основания часов представлена на рис. 116. Вычерчиваем боковые стенки подставки. Плоскость циферблата должна быть наклонена относительно уровня земли на угол, равный 90°, – φ (φ – широта местности). Поэтому нужно точно выдержать угол наклона основания часов по отношению к горизонту. Географическая широта Минска и областных городов Беларуси (с точностью до 1 градуса) приводятся в табл. 5.

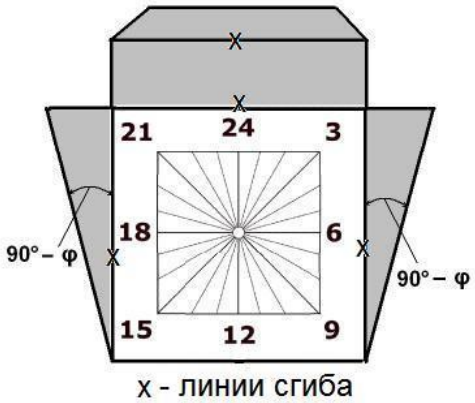


Рис. 116. **Выкройка основания экваториальных солнечных часов**

Репозиторий ВГУ

Таким образом, подставка придаёт часам необходимый угол наклона. Угол наклона циферблата определяется для каждой местности отдельно. Например, для Минска угол будет составлять 90 – 54° = 36°. Для часов, установленных в Ялте (φ = 45°), угол наклона также будет равным 45°.

Таблица 5

Географические координаты городов

Город	Широта, φ (градусы с. ш.)	Наклон циферблата, 90° – φ (градусы)
Минск	54°	36°
Брест	52°	38°
Витебск	55°	35°
Гомель	52°	38°
Гродно	54°	36°
Могилёв	54°	36°

- Сборка часов. Подгибаем боковые стенки и клапан, чтобы сформировать подставку для часов, как показано на рис. 117. Изнутри скрепляем стенки скотчем. В центре циферблата (перпендикулярно к его плоскости) закрепляем гномон. Гномон можно изготовить из подходящей деревянной палочки, скатанной в трубочку бумаги или карандаша.
- Установка часов. Часы ставятся на любой высоте в месте как можно более открытом, не защищённом от солнечных лучей строениями, деревьями. Схема установки часов показана на рис. 118. Часы располагаются в направлении юг (проекция цифры «24» на горизонтальную плоскость) – север (цифра «12»). Время читается на циферблате по тени, отбрасываемой гномоном.
- В течение дня понаблюдайте за тенью от гномона. Отметьте длину тени и время (по обычным наручным часам), когда тень от гномона будет попадать на цифру «12».

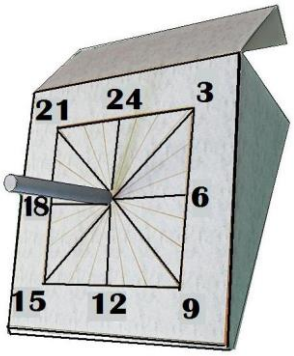


Рис. 117. **Крепление гномона на основание солнечных часов**

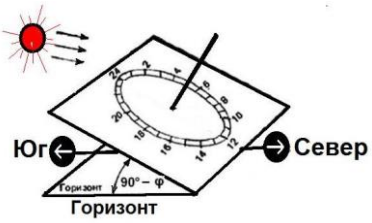


Рис. 118. **Ориентирование солнечных часов по сторонам горизонта**

Репозиторий ВГУ

Мастер-класс по изготовлению экваториальных солнечных часов представлен на web-странице проекта «КАРТОНКИНО» (рис. 119).

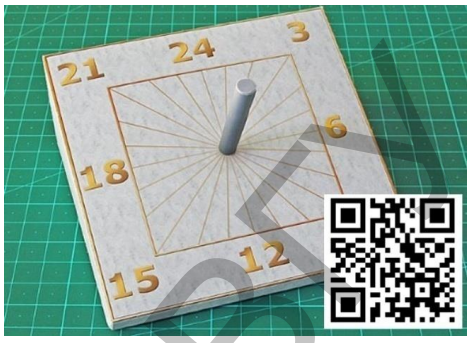


Рис. 119. **Мастер-класс по изготовлению экваториальных солнечных часов (web-страница)**

Результаты. Самой короткой тени указателя солнечных часов – гномона – соответствует цифра «12». В этот момент стрелки обычных часов полдень не показывают. Собранные солнечные часы продемонстрированы на рис. 120. Оформление циферблата может быть самым различным. Например, ученик свои экваториальные солнечные часы с круглым циферблатом украсил деталями старого будильника (рис. 121). Символично – механический будильник сломался, а в солнечных часах нет подвижных деталей и ломаться нечему.

Объяснение. Истинное солнечное время – это система счёта времени, в котором сутки равны интервалу между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через южную часть небесного меридиана (нижними кульминациями, когда Солнце находится строго над точкой юга).

Истинное солнечное время, таким образом, определяется истинным положением Солнца на небесной сфере. Солнечные часы показывают местное истинное солнечное время, а мы пользуемся средним поясным временем. В ходе эксперимента выяснилось, что истинный полдень в данной местности и официальный (гражданский) полдень, фиксируемый по часам, не совпадают. Почему это происходит?

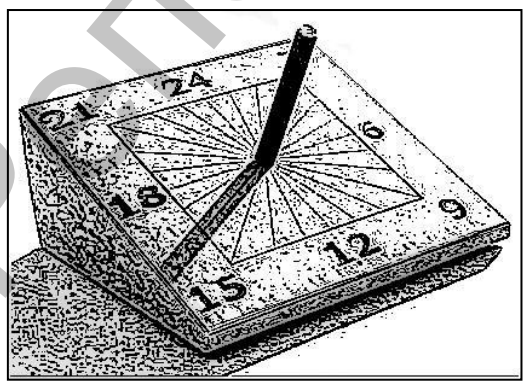


Рис. 120. **Готовые экваториальные солнечные часы с квадратным циферблатом**

Рис. 121. **Экваториальные солнечные часы с круглым циферблатом**

Репозиторий ВГУ

Рассмотрим *первую причину*. В соответствии со вторым законом Кеплера Земля вращается вокруг Солнца с переменной скоростью. Следовательно, в разные периоды движение Солнца, видимое с Земли, будет отличаться. И эта особенность движения Солнца стала огромной проблемой при изготовлении механических часов: сконструировать механизм, в котором длительность часов различалась бы в зависимости от времени года, непросто. Тогда было найдено более простое решение: учёные определили так называемое мнимое (среднее) Солнце, которое следовало вдоль той же траектории, что и настоящее, но с постоянной скоростью. Чтобы определить среднее солнечное время, астрономы используют наблюдения не самого солнечного диска, а звёзд. Также по звёздам определяется сидерическое (от лат. *siderius* – звезда или созвездие) время. Применяя специальные математические формулы, можно рассчитать среднее солнечное время.

Различие между положением двух солнц обычно приводится в астрономических календарях в виде таблиц или графиков. Разность между средним солнечным временем и истинным солнечным временем в один и тот же момент определяется уравнением времени (рис. 122). Из данного уравнения видим, что разница во времени между реальным и мнимым Солнцем не превышает четверти часа. Но именно эта разница заставляет неопытного наблюдателя думать, что солнечные часы показывают неверное время. К примеру, по уравнению времени мы видим, что 12 февраля солнечные часы отстают от наручных на 14 мин, а 3 ноября спешат на 16,5 мин.

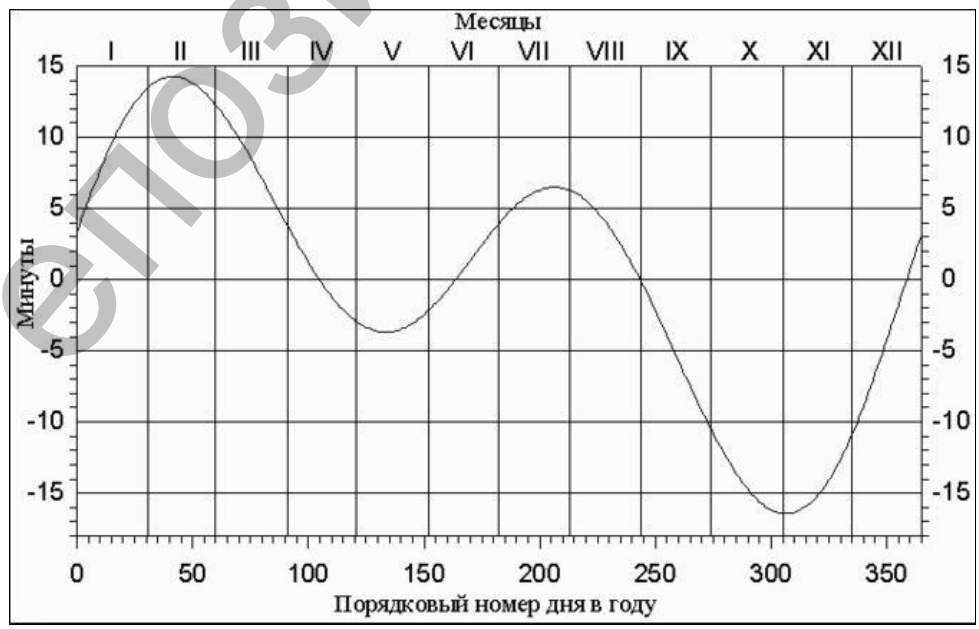


Рис. 122. **Уравнение времени**

Репозиторий ВГУ

Четыре раза в год уравнение времени равно нулю. Это происходит примерно 14 апреля, 14 июня, 2 сентября и 24 декабря.

Как видим, разница здесь небольшая и, согласно уравнению времени, будет заметна в феврале и ноябре.

Вторая причина несоответствия – в ходе часов (основная). В действительности солнечные часы указывают реальное время в точке наблюдений, а наручные часы – общее время для всей страны или определённого региона. Этим регионом может быть часть страны или даже сразу несколько небольших стран, граничащих друг с другом. К примеру, практически во всей Западной Европе используется время Гринвичского меридиана.

Понятно, что верхняя часть циферблата вряд ли пригодится, разве только жителям Заполярья, когда наступит полярный день и Солнце будет светить круглосуточно.

Для сведения. Экваториальные часы имеют характерную особенность. Они будут действовать с конца марта по 20–23 сентября, то есть от дня весеннего равноденствия до дня осеннего равноденствия (в Северном полушарии весеннее равноденствие – в марте, осеннее – в сентябре, в Южном полушарии весеннее равноденствие – в сентябре, осеннее – в марте). В остальную часть года они работать не будут, поскольку Солнце будет находиться по другую сторону от плоскости небесного экватора и вся верхняя поверхность циферблата будет в тени.

Рис. 123. **Старинные экваториальные солнечные часы (Пекин)**

Конечно, этот недостаток можно устранить, если сделать циферблат в виде пластины, нанести часовые деления и на верхнюю, и на нижнюю поверхность, а гномон продолжить под пластину, но и тогда в дни, близкие к дню весеннего или осеннего равноденствия, солнечные часы опять-таки не будут работать – Солнце будет светить на пластину не сверху и не снизу, а в ребро (сбоку). Старинные экваториальные часы с двусторонним мраморным циферблатом, установленные в Пекине, показаны на рис. 123. На фото хорошо видно, что тень от гномона падает на нижнюю часть кадрана.

К лету Солнце поднимается всё выше и выше, и по длине тени можно судить о времени года или даже месяце. Поэтому

Репозиторий ВГУ

экваториальные часы легко дополнить календарём, начертив на циферблате концентрические окружности, соответствующие месяцам (шесть на одной стороне и шесть на другой), и разместив на гномоне шар или отверстие, способное проецировать на циферблат точку. В отличие от гномона, отбрасывающего тень в виде линии, любое устройство, проецирующее на циферблат точку, называется *нодусом*.

Если хотите, чтобы Ваши экваториальные часы работали и зимой, сделайте так, чтобы гномон прошёл насквозь через циферблат, он будет служить опорой в его наклонном положении, а на нижней стороне основания начертите второй (зеркальный) циферблат – на нём цифра «6» будет слева, а «18» – справа. Боковые стенки придётся убрать, а сами часы будут выглядеть подобно тем, что изображены на рис. 118 и 123.

Разумеется, существует множество способов конструктивного оформления экваториальных часов. И если Вы разобрались с принципом их действия, то сможете построить собственные оригинальные часы у себя на школьном дворе, в лагере, парке или на даче. Эстетическая и художественная сторона, воплощённая в солнечных часах, поистине феноменальна. На рис. 124 представлен современный дизайн экваториальных солнечных часов в Шанхае.

Рис. 124. **Экваториальные солнечные часы (Шанхай)**

Если Вам захочется, чтобы изготовленные в ходе эксперимента экваториальные солнечные часы показывали не только время «солнечное», но и обычное, по которому мы живём, то вооружитесь часами и наряду с уже имеющимся циферблатом нанесите вторую шкалу времени.

Вопросы:

1. Почему мы в быту не пользуемся истинным солнечным временем, а повсеместно ведём отсчёт по местному времени?

Человек в полной гармонии с природным временем жил только в доисторические времена. Как только вставало Солнце, первобытный человек просыпался и с соплеменниками направлялся на охоту (в то же время просыпалась и возможная добыча). Когда Солнце заходило за горизонт, то и человек направлялся спать – в пределах обособленного племени всё было очень просто.

Репозиторий ВГУ

В современном мире такое решение невозможно по причине, что нужно договариваться о едином времени на больших территориях и для значительного числа людей. В противном случае мы будем в разное время приходить на назначенные встречи, в школу и на работу. Будем опаздывать к отправлению поездов и автобусов с вокзалов. Согласитесь, это будет полная неразбериха.

Поэтому общество всегда находится в поиске некоторого компромисса между солнечным (природным) временем и условным, по которому мы все живём.

2. Как по экваториальным солнечным часам можно днём указать направление на Полярную звезду?

Гномон правильно установленных часов будет указывать как раз направление на Полярную звезду.

3. Если решением правительства страны будет введено «летнее» или «зимнее» время, то могут ли солнечные часы показывать это время, привычное для жителей?

Солнечные часы могут быть построены так, чтобы показывать солнечное время с учётом поправок, например, «летнее». Циферблат в этом случае делают с двойной оцифровкой – летней и зимней.

4. Чем отличается устройство экваториальных солнечных часов для Южного полушария?

В горизонтальной плоскости экваториальные часы должны устанавливаться точно на истинный Север для Северного полушария, и наоборот, для Южного полушария – на истинный Юг. Причём циферблаты для Южного полушария будут иметь зеркальную копию Северного. Для Беларуси второй вариант не актуален.

Эксперимент 13. Горизонтальные солнечные часы

Факты. Солнечные часы в наше время – устройство очень занимательное, а для учеников – ещё и познавательное, ведь модель солнечных часов, которую мы будем делать, – самая что ни на есть действующая, а её изготовление требует определённых знаний в области астрономии и навыков конструирования и работы с материалами и инструментами.

В горизонтальных солнечных часах плоскость циферблата (кадрана) параллельна плоскости горизонта, а гномон имеет форму треугольника, одна из сторон которого наклонена к плоскости кадрана на угол, равный географической широте места установки часов.

Для постройки часов этого типа нужно знать два факта: на какой широте мы находимся и где находится север (как найти север, мы уже рассмотрели – с помощью гномона).

Преимущество горизонтальных часов перед экваториальными состоит в том, что время они показывают круглый год, но при условии, что циферблат должен освещаться солнечными лучами непосредственно, чтобы не было тени или отражённого света.

Репозиторий ВГУ

Цель. Изучить устройство и принцип действия горизонтальных солнечных часов.

Оборудование и материалы. Упаковочный картон. Бумага. Фломастер. Клей. Ножницы. Компас.

Инструкция.

• Из бумаги изготавливаем шкалу циферблата горизонтальных часов. В отличие от экваториальных моделей у часов горизонтального типа часовые деления наносятся неравномерно, их расположение зависит от географической широты. Принцип построения шкалы горизонтальных часов показан на рис. 125. Линии циферблата горизонтальных солнечных часов строятся как проекции соответствующих часовых линий экваториальных часов. По желанию циферблату можно придать круглую или квадратную форму.

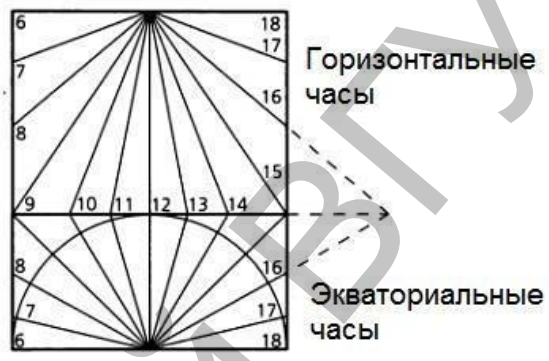


Рис. 125. **Построение шкалы горизонтальных солнечных часов**

• Вырезаем ножницами шкалу горизонтальных солнечных часов и наклеиваем её на картон. Картонку обрезаем по контуру шкалы.

• Гномон часто изготавливают в виде прямоугольного треугольника, гипотенуза которого, собственно, и есть гномон, наклонённый под нужным углом к горизонту. Вырезаем из такого же материала (как и циферблат) треугольный гномон. Один из его углов должен быть прямым, а второй – соответствовать географической широте местности (φ), где будут установлены часы. Значит, для Минска, Могилёва и Гродно – это треугольник с углами 90° и 54°, для Бреста и Гомеля – 90° и 52°, а для Витебска – 90° и 55°.

• Размер гномона соотносим с размером циферблата. Компоновочная схема часов показана на рис. 126. Приклеиваем гномон к циферблату, ориентируясь на линию «12», при этом вершину угла φ гномона помещаем в точку схождения часовых линий.

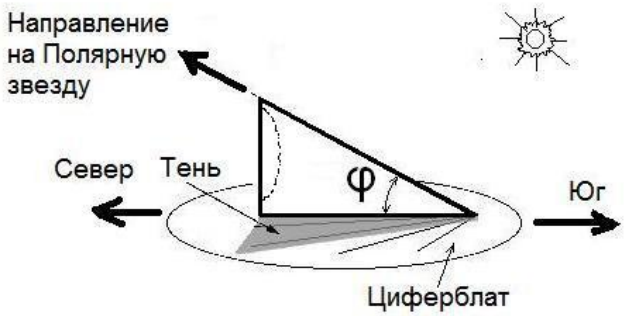


Рис. 126. **Сборка и ориентирование горизонтальных солнечных часов**

Репозиторий ВГУ

• На незатёненной открытой площадке устанавливаем готовые часы. Полуденную линию (север–юг) лучше определять не по компасу, а найдя самую короткую тень. Цифра «6» должна быть направлена на восток, а цифра «18» ориентирована на запад.

• Сверьте показания солнечных часов с обычными часами.

Результаты. В астрономический полдень Солнце находится выше всего над горизонтом. Поэтому самой короткой тени вершины треугольника соответствует цифра «12» – это астрономический полдень. Показания солнечных часов и обычных часов не совпадают.

Объяснение. Солнечное время отсчитывается отдельно для каждой точки на поверхности Земли. Когда Солнце находится в наивысшем положении относительно этой точки – это полдень по местному истинному солнечному времени. Солнце движется по небу неравномерно. Зато часы, придуманные человеком, – это точный механизм, который считает секунды ровно и точно. Вот отсюда и происходит несоответствие показаний часов.

Путь, который описывает Земля вокруг Солнца, не имеет формы круга. Орбита Земли – эллипс. Приближаясь к Солнцу, Земля ускоряет свой бег, а удаляясь – замедляет. Обычные же часы ход не меняют, независимо от положения Солнца и Земли.

Часто одну из граней гномона делают криволинейной: не только из эстетических соображений, но также для того, чтобы не перепутать, какую именно грань следует использовать для регистрации времени. На рис. 126 именно эта «нерабочая» грань помечена пунктирным вырезом. Плоскость гномона необязательно должна быть сплошной. Важно лишь, чтобы грань, предназначенная для регистрации времени, была строго прямолинейной и находилась в расчётных точках циферблата. Некоторые варианты гномонов показаны на рис. 127. Часто гномоны горизонтальных солнечных часов выглядят весьма оригинально: в виде рыболова с удочкой (удочка – гномон) или это обыкновенный плотницкий топор, особым способом вбитый в колоду (рукоятка топора – гномон, а торец колоды – кадран с делениями).

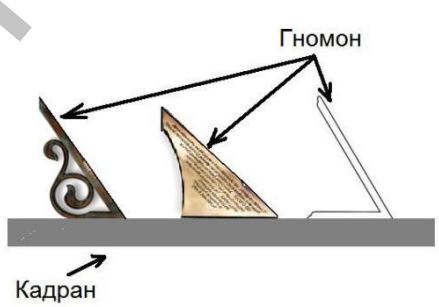


Рис. 127.
Разные формы гномонов

Для сведения. Интересное решение горизонтальных солнечных часов представляет скульптурная композиция «Звездочёт», которая была установлена в центре города Могилёва на площади Звёзд

Репозиторий ВГУ

(2004 год, автор – архитектор Владимир Жбанов). Гномоном в этих часах является телескоп (рис. 128).

На рис. 129 представлена схема кадрана могилёвского «Звездочёта». В числителе указано местное время, а в знаменателе – истинное солнечное время. Как видим, разница в один час. Разумеется, что уравнение времени не учитывается.

Рис. 128. **Горизонтальные солнечные часы «Звездочёт» в Могилёве (web-страница)**

Вопросы:

1. Почему ориентировать любые солнечные часы на север предпочтительно по полуденной линии, а не по компасу.

Расположение северного магнитного полюса (определяется по компасу) не совпадает с географическим Северным полюсом (определяется по Солнцу).

2. Почему точность солнечных часов определяется размерами кадрана и гномона?

Чем больше их размер, тем точнее может быть сделана шкала.

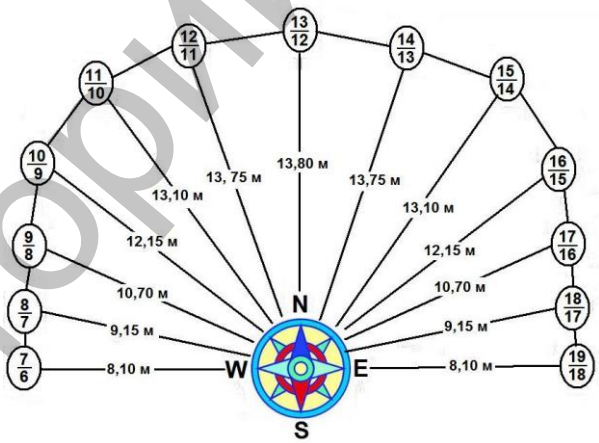


Рис. 129. **Схема кадрана «Звездочёта»**

Эксперимент 14. Вертикальные солнечные часы

Факты. Конструкции вертикальных солнечных часов отличаются в зависимости от того, на какую сторону света направлен циферблат. Он может быть обращён лицом к югу, северу, западу, востоку, а может и вовсе не быть привязан к какой-либо стороне света. Такие часы много веков украшают стены домов, церквей, общественных зданий. Во многих городах мира они сохранились как прекрасные архитектурные украшения.

Пример вертикальных четырёхгранных солнечных часов показан на рис. 130. Эти часы установлены в Киеве на 5-метровой колонне около главного корпуса Киево-Могилянской академии. В течение дня освещается только одна из граней часов (все четыре

Репозиторий ВГУ

поровну делят между собою «световой» день). С восходом Солнца – восточная, потом – полуденная, северная и, наконец, западная.

Спроектированы и построены эти солнечные часы были учителем математики Киево-Могилянской академии – французом Пьером Брульоном в конце XVIII века.

Для всех конструкций сохраняется непреложное правило: гномон должен указывать на истинный север.

Рис. 130. **Четырёхгранные вертикальные солнечные часы (г. Киев)**

Цель. Изучить устройство и принцип действия вертикальных солнечных часов (на примере «южных»).

Оборудование и материалы. Лист фанеры или пластика (размером примерно 40×40). Квадратная рейка (длиной около 1,5 м). Фломастер. Линейка. Спица (или отрезок проволоки длиной 25–30 см).

Инструкция.

- Вряд ли удастся найти подходящую стену здания, которая перпендикулярно ориентирована к полуденной линии, то есть перпендикулярна истинному меридиану и смотрит на юг (разумеется, что мы находимся в Северном полушарии). Поэтому поступаем следующим образом: лист фанеры или пластика жёстко крепим к рейке, рейку втыкаем в землю и с помощью гномона (использование компаса даст небольшую погрешность) ориентируем соответствующим образом (рис. 131).

Рис. 131. **Ориентирование кадрана вертикальных солнечных часов**

- На кадране с той точки, где будет устанавливаться гномон, проводим вертикальную линию вниз. Это деление будет показывать 12 часов дня (истинный солнечный полдень). Зная то, что за один час Земля прокручивается вокруг своей оси на 15°, нам необходимо сделать фломастером и другие деления от точки установки гномона, то есть угловая разница между делениями должна составлять 15°. Готовые кадран и гномон показаны на рис. 132.

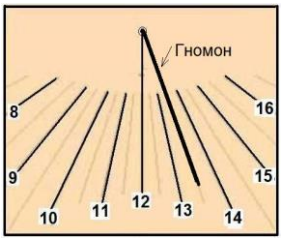


Рис. 132. **Разметка кадрана вертикальных солнечных часов**

Репозиторий ВГУ

- Осталось установить гномон. Гномон (указатель времени) вертикальных солнечных часов можно сделать из спицы (прямого деревянного прутика или куска проволоки). Чтобы правильно установить гномон, необходимо знать широту места расположения часов. Угол установки гномона по отношению к кадрану равен разнице 90° – φ (φ – угол широты местности).
- В течение дня пронаблюдайте за тенью гномона. Сверьте показания солнечных часов с обычными часами.

Результаты. Солнечные часы такого типа выдают информацию о времени, как только появляются первые солнечные лучи. Самой короткой тени гномона соответствует цифра «12». Как мы уже знаем, в этот момент стрелки обычных часов полдень не показывают.

Объяснение. Солнечные часы сконфигурированы для показа истинного солнечного времени. Это время не совпадает с гражданским временем, то есть тем временем, которое мы видим на экране телевизора или на своих часах. Солнечные часы могут быть сконфигурированы так, чтобы показывать гражданское время (нанести вторую шкалу).

Для сведения. На рис. 133 в обобщённом виде показаны три разновидности солнечных часов: экваториальные, горизонтальные и вертикальные (ориентированные на юг). Все часы, схемы которых показаны на данном рисунке, предназначены для Северного полушария. Чтобы использовать эти часы в Южном полушарии, нужно при их установке поменять стороны света местами.

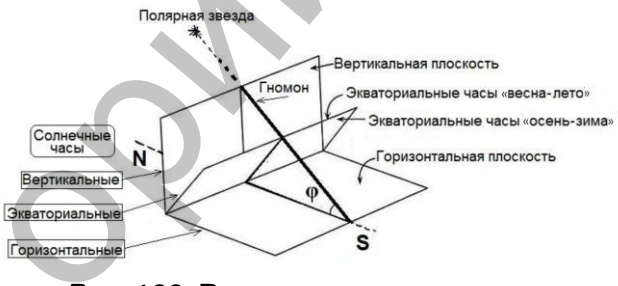


Рис. 133. **Взаимное расположение кадранов солнечных часов**

Обзор различных видов солнечных часов можно посмотреть по ссылке на рис. 134.

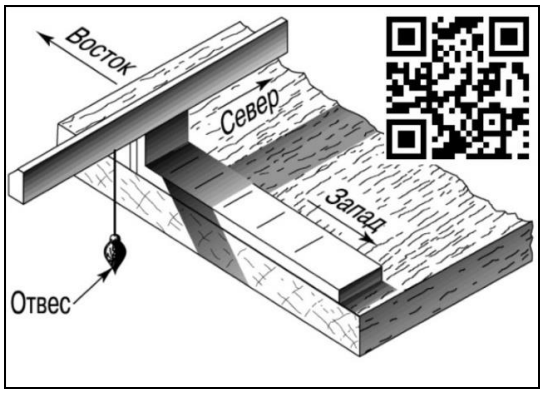


Рис. 134. **Виды солнечных часов (web-страница)**

Вопросы:

1. Почему в настоящее время солнечные часы используются как декоративный элемент зданий?

Популярность солнечных часов как инструмента для определения времени существенно

Репозиторий ВГУ

снизилась после введения стандартной величины продолжительности часа в 60 минут. Строительство солнечных часов в настоящее время стало организацией своеобразной местной декоративной достопримечательности.

2. Если вылететь на самолёте в истинный полдень и лететь по параллели строго на запад так же быстро, как вращается Земля, то что будут показывать солнечные часы, установленные на самолёте?

Если самолёт будет лететь со скоростью точек земной поверхности на этой параллели, то солнечные часы любого типа всегда будут показывать истинный полдень.

3. Чему равна скорость самолёта, который должен лететь со скоростью вращения земной поверхности (см. вопрос 2)?

Скорость приближённо равна длине параллели, делённой на 24 часа (высоту самолёта, если она несколько километров, как и несферичность Земли, в грубом приближении можно не учитывать). Например, для широты 55° скорость самолета $v_{\text{сам}} = \frac{2\pi \cdot 6370 \cdot \cos 55^{\circ}}{24} \approx 960 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Радиус Земли принят равным 6370 км.

Эксперимент 15. Где и когда начинаются сутки

Факты. Исторически сложилось, что основной единицей для измерения коротких интервалов времени были сутки (округлённо длящиеся 24 ч). Как известно, освещённость земной поверхности меняется периодически в течение суток, так как Земля периодически поворачивается к Солнцу. Естественно, что на земном шаре существует граница, открывающая новую дату и день недели.

Цель. Показать, как отсчитывается начало суток на Земле. Рассмотреть принцип поясного времени.

Оборудование и материалы. Мяч баскетбольный («Земля»). Кнопки канцелярские (24 шт.). Двусторонний скотч. Фломастер. Настольная лампа или фонарь («Солнце»).

Инструкция.

- По «экватору» мяча через равномерные промежутки с помощью двустороннего скотча прикрепите вверх остриём ровно 24 канцелярские кнопки.
- Около каждой кнопки фломастером сделайте надписи от «0» до «23» («0» и «24» совпадают) – рис. 135.

Рис. 135.
Подготовка мяча к эксперименту

Репозиторий ВГУ

- В затемнённой комнате поместите мяч («Земля») около включённой лампы (рис. 136).
- Начинайте поворачивать мяч вокруг его оси; наблюдайте за перемещением освещённой половины «Земли» во время её вращения.

Рис. 136. **Проведение эксперимента**

Результаты. При обороте «Земли» вокруг собственной оси любая из цифр от «0» до «23» может оказаться как на солнечной, так и на теневой стороне. При повороте мяча против часовой стрелки выходят с теневой стороны цифры с возрастанием, например, «3», «4», «5» и т.д. С освещённой стороны на теневую переходят цифры также с возрастанием, например, «21», «22», «23», «0», «1» и т.д.

Объяснение. Земля совершает полный оборот (360°) вокруг своей оси за одни сутки. За один час Земля поворачивается на 15º (360 : 24), поэтому разница между пунктами, расположенными на меридианах, удалённых друг от друга на 15º, составляет 1 час, на 30 градусов – 2 часа и т.д. В каждый момент суток одинаковое время бывает лишь в точках, расположенных на одном меридиане.

Поэтому для удобства астрономы разработали систему поясного времени. Вся поверхность Земли была разделена по меридианам на 24 пояса (от 0 до 23), разница между которыми составляла 15º долготы или 1 час времени – рис. 137.

Рис. 137. **Система поясного времени (web-страница)**

В пределах часового пояса условились считать время по тому меридиану, который проходит посередине пояса.

Отсчёт новых календарных суток в общепринятом исчислении времени начинается с 00:00:00 (часы-минуты-секунды). Это время считается началом календарных суток, оно же календарная полночь. По своему опыту мы знаем, что полночь наступает после захода Солнца, когда становится уже совсем темно. Как же устанавливается момент полночи и начала следующих суток, то есть отсчёт времени 00:00:00?

Репозиторий ВГУ

За нулевой пояс принят тот пояс, где проходит нулевой (Гринвичский) меридиан. Он же является 24 поясом. От него счёт поясам ведут к востоку, так как Земля вращается с запада на восток. К востоку от любого пояса время суток будет увеличиваться, к западу – уменьшаться.

Начало новых суток считают от 12-часового пояса (через его середину проходит меридиан 180°), считающегося линией перемены дат. На всех моделях глобуса красная линия (иногда она синяя), проходящая от полюсов через Тихий океан по меридиану 180°, является линией перемены дат.

Со всеми странами мира было согласовано размещение линии перемены дат на 180-й меридиан не только потому, что данный меридиан противоположен Гринвичскому меридиану, а и потому, что меридиан проходит по Тихому океану, где наименьшее количество континентальной земли (ведь некоторые страны на своей территории устанавливают своё время в часовых поясах). Однако линия иногда уходит в стороны к востоку и к западу от 180-го меридиана. Это сделано для того, чтобы избежать раскола дня через единые политические государства (или части его), например, Алеутские острова, которые являются частью Аляски (США).

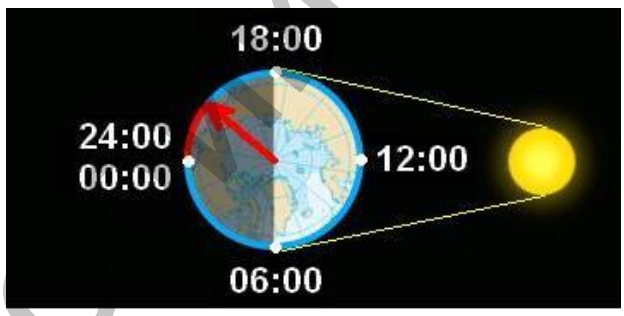


Рис. 138. **Линия перемены дат**

На рис. 138 линия перемены дат показана стрелкой. Когда эта линия достигает отметки 24:00/00:00, то предыдущие сутки заканчиваются и начинаются новые сутки.

На западной стороне линии дата сдвинута на один день вперёд относительно восточной. Это можно выразить иначе следующим образом: если на линии перемены даты в данный момент полночь, то на противоположном ей Гринвичском меридиане в этот момент полдень, при этом на восток от линии перемены даты сутки начались, а на запад от неё те же сутки уже заканчиваются.

Для сведения. В результате деления суток на меньшие временные интервалы одинаковой длины возникли часы, минуты и секунды. Происхождение деления связано с двенадцатеричной системой счисления, которой придерживались в древнем Шумере. Сутки делили на два равных последовательных интервала (условно день и ночь). Каждый из них делили на 12 часов. Дальнейшее деление часа восходит к шестидесятеричной системе счисления.

Репозиторий ВГУ

Вопросы:

1. Почему введено поясное время?

Пользоваться местным временем неудобно. Это мешает при осуществлении связей между разными странами и отдельными частями такой огромной по протяжённости с запада на восток страны, как Россия. Поэтому была разработана система поясного времени.

2. Какие изменения во времени произойдут при пересечении линии перемены дат с запада на восток? С востока на запад?

При пересечении линии перемены дат с запада на восток сутки прибавляют, с востока на запад – сутки отнимают.

3. Как устанавливаются часовые пояса на Северном и Южном полюсах?

На Северном и Южном полюсах меридианы сходятся в одной точке, и поэтому там понятие часовых поясов, а заодно и местного времени, теряет смысл. Считается, что на полюсах должно использоваться всемирное время.

Эксперимент 16. Календарь для Марса

Факты. Земля оборачивается вокруг Солнца за 365 дней и приходит Новый год, а на Меркурии Новый год наступает два раза в сутки. В календаре Меркурия отсутствуют не только месяцы, но и дни. Красная планета Марс пленит воображение человека на протяжении веков, тем более в настоящее время, когда космические агентства планируют миссии на нашу соседнюю планету. В силу относительно небольшого расстояния до этой планеты Марс, наряду с Луной, является самым вероятным кандидатом на создание колонии землян в обозримом будущем. Возможно, марсианский календарь пригодится будущим покорителям Марса.

Цель. Создание проекта марсианского календаря.

Исходные данные.

1. В практической жизни (для жителей Земли) за основную единицу измерения времени принимают средние солнечные сутки. Продолжительность средних солнечных суток одинакова в течение года и равна 24 средним солнечным часам.

2. Астрономические наблюдения уже второй половины XVII века позволили установить, что период обращения Марса вокруг собственной оси равен 24 часам 37 минутам и 22,663 секундам. Эта величина характеризует продолжительность звёздных суток на Марсе. Марсианский год длится 686,98 средних солнечных суток, т.е. длиннее земного года в 1,88 раза. Поэтому средние марсианские солнечные сутки длиннее звёздных марсианских суток почти на 2 минуты 13 секунд и составляют 24 часа 39 минут 35,244 секунды или 24,65975 средних

Репозиторий ВГУ

солнечных часа. Этот промежуток времени астрономы назвали сол. Один сол – это средние марсианские солнечные сутки. Сол – основная единица измерения времени для Марса, удобная для практической деятельности людей на поверхности планеты.

3. Если мы длительность марсианского года в средних солнечных часах разделим на длительность средних марсианских солнечных суток в средних солнечных часах, то получим длительность марсианского года в солах. Один марсианский год равен 668,60045 сола (марсианских суток). Так же как и в земном календаре, в марсианском гражданском календаре необходимо вводить простые годы по 668 сол и длинные (високосные) годы по 669 сол. Получается, что в каждой пятилетке должно быть три удлинённых года и два простых года. Для удобства счёта удлинённых годов марсианского календаря примем: в пятилетке нечётные года – по 669 солов, а чётные – по 668 солов. Ошибка календаря составит за один год 0,00045 сола или 39 секунд (средних солнечных марсианских секунд, так как по аналогии с земным счётом времени каждый сол делится на 24 часа, каждый час на 60 минут, каждая минута на 60 секунд). Ошибка в один сол накопится за 2200 марсианских лет.

Основные расчёты для марсианского календаря в сравнении с Землёй приведены в табл. 6.

Таблица 6

Сравнение данных для солнечных календарей Марса и Земли

Земля	Марс
Звёздные сутки = 23 часа 56 минут 4 секунды	Звёздные сутки = 24 часа 37 минут 22,663 секунды (по земному времени)
Средние солнечные сутки = 24 часа 00 минут 00 секунд	Марсианские средние солнечные сутки (сол) = 24 часа 39 минут 35,244 секунды = 24,65975 часа (по земному времени)
Солнечный год = 365,24219 средних солнечных суток – 365 суток 5 часов 48 мин 45 секунд	Марсианский солнечный год = 686,98 средних солнечных суток (земных)
Гражданский год: 365 (простой год на Земле), 366 (високосный год на Земле)	Гражданский год: 668 (простой год на Марсе), 669 (високосный год на Марсе)

4. Так как у Марса нет такого спутника, как Луна (у Земли), смена фаз которой дала промежуточную единицу измерения времени – месяц, но эту единицу, привычную для землян, можно оставить.

5. Тогда в обычном марсианском году будет 668 солов (22 месяца, из них 14 месяцев по 30 солов и 8 месяцев по 31 солу). В удлинённом году (или по аналогии с земным – високосном) соответственно – 13 месяцев по 30 солов и 9 месяцев по 31 солу. Это

Репозиторий ВГУ

позволит оставить и семидневную неделю. Марсианский 0001 год будет удлинённым (високосным). Дополнительный 31-й сол добавляется к последнему месяцу марсианского года.

6. Начало счёта годов или эру можно установить с года посадки первого человека на планету Марс. Первый день года или марсианский Новый год допустимо отмечать в день посадки людей на Марс.

7. Вопрос о названиях месяцев может быть дискуссионным. У нас на Земле месяцы имеют числовой номер (сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь). Другие месяцы названы в честь римских богов или римских императоров. У славянских народов названия месяцев связаны с природными явлениями.

Названия марсианских месяцев можно также связать с названиями космических аппаратов, исследовавших планету. В предлагаемом варианте календаря названия месяцев даны в честь астрономов докосмической эры, проводивших телескопические исследования Марса: Скиапарелли, Антониади, Тихова и др., а также известных писателей-фантастов, написавших романы о Марсе. Два последних месяца календаря повторяют названия спутников Марса – Фобос и Деймос (рис. 139).

Марс расположен на среднем расстоянии от Солнца – 228 млн км и обращается по сильно вытянутой орбите с перигелием – 206 млн км и афелием – 249 млн км. Это обуславливает различную продолжительность времён года на Марсе, продолжительность которых меняется от 146 до 199 земных суток или от 142 до 194 сола. В Северном полушарии Марса зима является более короткой и относительно более тёплой, а лето – продолжительнее и холоднее, чем в Южном полушарии. Названия некоторых марсианских месяцев можно связать с этими погодными условиями, как в наших земных календарях.

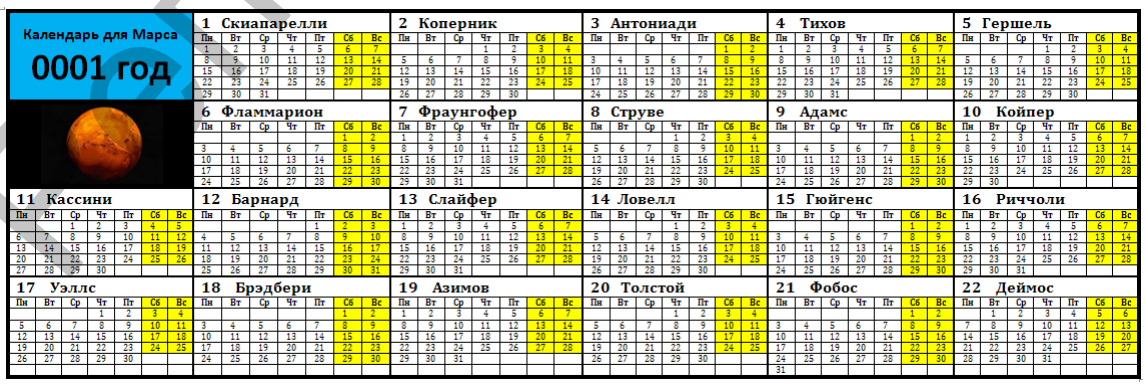


Рис. 139. **Календарь для Марса**

Репозиторий ВГУ

С различными календарями народов мира можно познакомиться по ссылке на видео – рис. 140.

Задание. Предложите свои варианты марсианского календаря.

Вопросы:

1. Что такое лунный календарь и почему спутники Марса не подходят для счёта марсианских месяцев?

Рис. 140. **Календари народов мира (видео 13 мин 45 с)**

В основе лунного календаря лежит продолжительность лунного месяца. Это время от новолуния до новолуния, которое составляет чуть больше 29,5 суток. Оба спутника Марса (Фобос и Деймос) вращаются вокруг своих осей с тем же периодом, что и вокруг Марса, поэтому всегда повёрнуты к планете одной и той же стороной. Периоды вращения спутников составляют 7 часов 39 мин и 30 часов 17 минут. Фобос восходит на западе и садится на востоке Марса, чтобы снова взойти через 11 часов, таким образом, дважды в сутки пересекает небо Марса. Движение этой быстрой луны по небу будет легко заметно в течение ночи, так же, как и смена фаз. Деймос восходит на востоке и заходит на западе, выглядит как яркая звезда без заметного видимого диска, медленно пересекающая небо в течение 2,7 марсианских суток. Оба спутника могут наблюдаться на ночном небе одновременно, в этом случае Фобос будет двигаться навстречу Деймосу.

2. Наблюдаются ли на Марсе сезонные явления, как и на Земле?

Марс обладает четырьмя сезонами. Но эксцентричность орбитального пути делает их непохожими на земные (сравните орбиты Земли и Марса – рис. 141). Орбитальная скорость планеты не остаётся стабильной, а меняется в зависимости от расстояния до Солнца. Медлительность наступает при афелии, а ускорение – на перигелии. Во время перигелия планета получает на 40% больше энергии.

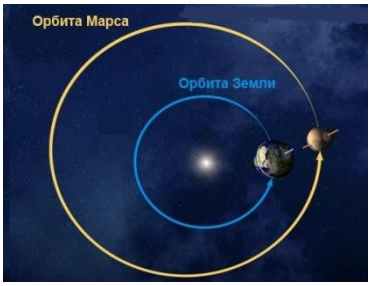


Рис. 141. **Сравнение орбит Земли и Марса**

Эксперимент 17. Ретроградное движение Марса

Факты. Известно, что планеты в течение года перемещаются относительно других звёзд и «вычерчивают» на небесной сфере петли или зигзагообразные линии. Долгое время их считали «блуждающими» звёздами, которые перемещались по небосводу, двигаясь вперёд и назад относительно других звёзд.

Репозиторий ВГУ

В частности, при наблюдении за движением Марса можно заметить, что в течение года направление его движения по небосклону меняется: в определённый момент кажется, что Марс движется в обратном направлении. Такое движение астрономы назвали ретроградным движением.

Рис. 142. **Петлеобразное движение Марса на небосводе**

На рис. 142, полученном наложением друг на друга ряда фотографий, где изображён Марс на фоне звёздного неба, чётко видно его ретроградное (или возвратное) движение.

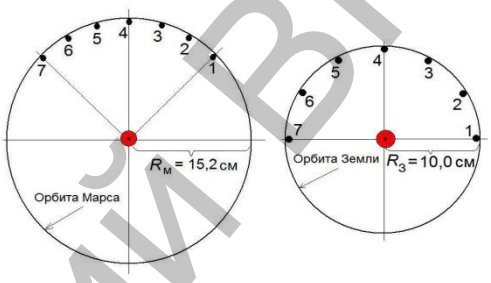


Рис. 143. **Чертежи орбит Марса и Земли**

Цель. На модели показать, каким образом для земного наблюдателя создаётся иллюзия ретроградного движения Марса.

Оборудование и материалы. Модель для демонстрации ретроградного движения Марса. Линейка и карандаш. Лист бумаги.

Инструкция.

- Основу модели для демонстрации ретроградного движения Марса составляют два бумажных круга, края которых будут символизировать орбиты Марса и Земли (рис. 143). Орбиты считаем круговыми.
- Радиусы «бумажных» орбит для Земли – 10 см, для Марса – 15,2 см (учтено, что средний радиус орбиты Земли – 1,00 а.е., а средний радиус орбиты Марса – 1,52 а.е.).
- С учётом, что средние орбитальные скорости Земли (30 км/с) и Марса (24 км/с) разные и соответственно периоды их обращения вокруг Солнца также разные (Земля – 365 суток; Марс – 687 суток), на вырезанные из бумаги круги орбит наносим по 7 точек – положений планет на орбитах в одни и те же моменты времени.

Рис. 144. **Собранная модель**

Репозиторий ВГУ

- Накладываем оба круга друг на друга; круг для Марса должен быть под кругом для Земли, а их центры – совпадать; положения планет, обозначенные цифрой «4», должны находиться примерно друг напротив друга (рис. 144).
- Под круги подложите чистый лист бумаги с условно отмеченным двумя параллельными линиями «небосводом».
- С помощью линейки и карандаша соедините одноимённые точки и продлите линии до пересечения с «небосводом».

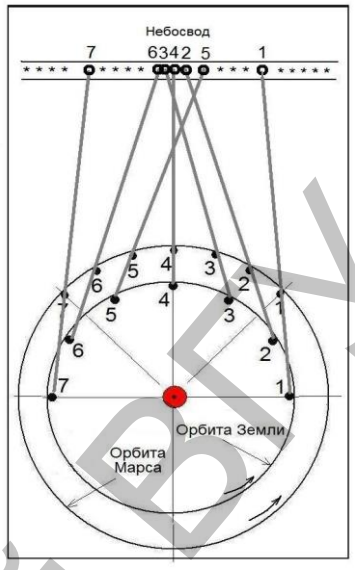


Рис. 145. **Имитация движения Марса по небосводу**

Результаты. При наблюдении Марса с Земли в одни и те же моменты времени на «небосводе» Марс от наблюдаемого положения «1» переходит к положению «2», затем к положению «3». На «небосводе» он будет двигаться справа налево, то есть в прямом направлении. От положения «3» к положению «4» и затем до положения «5» планета будет двигаться в обратном направлении, то есть слева направо. От положения «5» к положениям «6» и «7» Марс продолжит движение в прямом направлении (рис. 145).

Объяснение. Ретроградное движение планет – это лишь кажущееся с Земли движение. Никакого обратного движения по своей орбите Марс совершать не может. Видимость обратного движения создаётся потому, что орбита Марса по отношению к орбите Земли внешняя, а средняя скорость движения по орбите вокруг Солнца у Земли выше (29,8 км/с), чем у Марса (24,1 км/с). В момент, когда Земля начинает обгонять Марс в своём движении вокруг Солнца, создаётся впечатление, что Марс начал обратное движение. По нашим данным условно можно изобразить петлю движения Марса – рис. 146.

Таким образом, явление ретроградного движения планет объясняется вращением Земли (а значит, и наблюдателя) и планет вокруг Солнца с различными скоростями. Земля движется быстрее верхних планет (Марса, Юпитера, Сатурна и т.д.), но медленнее нижних планет

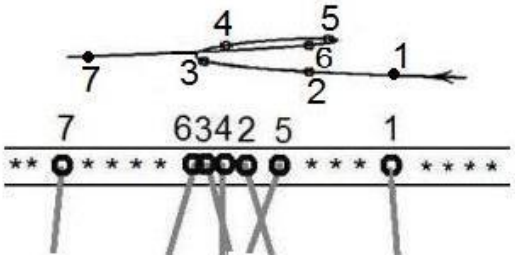


Рис. 146. **Построение петли в движении Марса**

Репозиторий ВГУ

(Меркурия и Венеры). Когда Земля и планета оказываются по одну сторону от Солнца, планета останавливается на небесной сфере и начинает совершать попятное движение, перемещаясь с востока на запад. Через некоторое время планета изменяет своё движение на прямое.

Для сведения. Меркурий начинает попятное движение каждые 116 дней, Венера – каждые 584 дня, Марс – каждые 780 дней, Юпитер – каждые 399 дней, Сатурн – каждые 378 дней.

Понятно, что перемещение планеты по небесной сфере зависит от:

1) размеров её орбиты и орбиты Земли;

2) скоростей движения планеты и Земли;

3) угла между плоскостью орбиты планеты и плоскостью эклиптики.

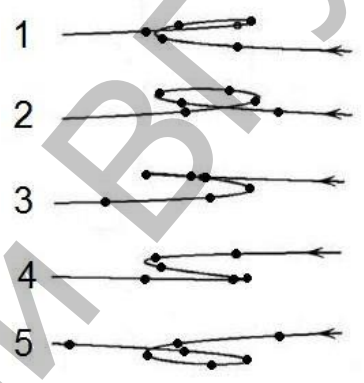


Рис. 147. **Виды петлеобразного движения Марса**

Наша модель, в отличие от компьютерных моделей, безусловно, полностью не учитывает всех особенностей движения Марса по небосводу, однако благодаря доступности и наглядности она позволяет дать представление о ретроградном движении.

На «бумажной» модели не учитывается плоскость орбиты планеты, поэтому изобразить движение планеты по небосводу можно только условно, безотносительно от даты наблюдения. Для Марса Р.В. Майер выделяет 5 типов петлеобразного движения – рис. 147 – в зависимости от периода наблюдений.

Вопросы:

1. Все ли планеты, кроме Марса, характеризуются ретроградностью?

В силу астрономических закономерностей планеты Меркурий, Марс, Венера, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун периодически меняют с точки зрения земного наблюдателя направление своего движения и двигаются вспять. Визуализация компьютерного моделирования ретроградного движения планет на небосводе представлена в ссылке на видео (рис. 148).

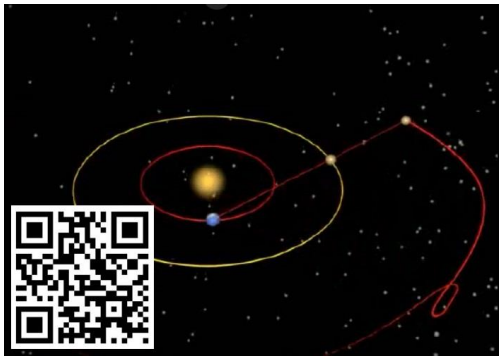


Рис. 148. **Визуализация ретроградного движения планет (видео 1 мин 18 с)**

2. Каковы временные рамки и периодичность ретроградности планет?

У каждой из планет свои периоды ретроградности. Например, Меркурий бывает в ретроградном движении в среднем трижды в год, и это продолжается примерно по три недели. Венера движется попятно один раз в два года, в среднем

Репозиторий ВГУ

в течение 43 дней. Ретроградное движение Марса происходит в среднем один раз в два года и продолжается около 70 дней. Внешние планеты Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун бывают ретроградными по 5 месяцев в году.

Эксперимент 18. Наблюдения Меркурия

Факты. Меркурий обычно наблюдается с трудом, несмотря на то, что он является одним из самых ярких объектов вечернего неба. Проблема с Меркурием состоит в том, что он расположен на небе очень близко к Солнцу. Он является ближайшей к нашей звезде планетой и очень редко отходит от неё на значительное расстояние. Поэтому большую часть времени небольшое светлое пятнышко Меркурия теряется на фоне ослепительного сверкания Солнца.

Цель. Продемонстрировать, как положение Меркурия относительно Солнца затрудняет наблюдение его поверхности.

Оборудование и материалы. Настольная лампа. Карандаш или шариковая ручка с нанесёнными на гранях логотипами или надписями.

Инструкция.

- Включите настольную лампу с обращённой к себе лампочкой. *Прямо на лампочку смотреть не рекомендуется!*
- Возьмите в руки карандаш с надписью, обращённой к себе.
- Держите карандаш на расстоянии вытянутой руки в 5–7 см напротив включённой лампочки (рис. 149).

Рис. 149. **Лампочка – «Солнце», карандаш – «Меркурий»**

- Продолжите наблюдения и переместите карандаш по отношению к лампочке на 5–7 см влево или вправо.

Результаты. Когда карандаш находится напротив лампочки, то его цвет и надписи трудно определить. Если карандаш смещаем в сторону от лампочки, то надписи на нём и цвет становятся хорошо различимыми.

Объяснение. Меркурий – самая близкая к Солнцу планета. Оптимальным временем для наблюдений Меркурия являются утренние или вечерние сумерки в периоды его максимального удаления от Солнца на небе (астрономы говорят – элонгаций), данный период наступает несколько раз в год.

Репозиторий ВГУ

Взгляните на рис. 150. На нём цифрами обозначены положения планеты в разные моменты времени. Внешняя орбита – это орбита Земли. В положениях (2) и (4) Меркурий мы не увидим – он просто «потеряется» в лучах Солнца, в чём мы убедились, когда карандаш находился напротив лампочки. Заметим, что в нашей модели эксперимента не совсем корректно сравнивать относительные размеры «лампочка–карандаш» и «Солнце–Меркурий». Если проводить наблюдения с нашей планеты, то очевидно, что Меркурий никогда не будет очень далеко удаляться от Солнца на небе. Отсюда следует, что увидеть её можно лишь тогда, когда планета отойдёт на значительное угловое расстояние от центрального светила, до его восхода или после захода.

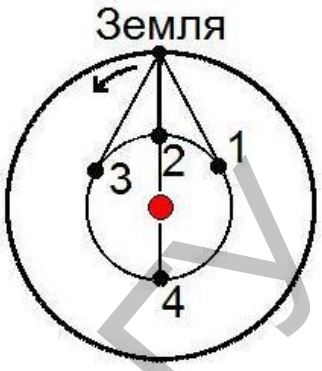


Рис. 150. **Элонгации Меркурия**

Элонгация бывает восточной (1) или западной (3). Это зависит от того, в какой стороне от Солнца находится планета. Если мы вспомним о том, что Солнце, планеты, звёзды восходят на востоке, а заходят на западе, то без труда сами сможем выяснить, что во время западной элонгации Меркурий, орбита которого находится внутри орбиты Земли, можно наблюдать перед восходом Солнца. Во время восточной – после заката. В первом случае наблюдения ограничены моментом появления Солнца над горизонтом, во втором – заходом самой планеты.

Для сведения. В элонгациях Меркурий отходит от Солнца в лучшем случае на 18–28° (рис. 151). Именно поэтому Меркурий очень трудно «выловить» в сумерках на небосклоне.

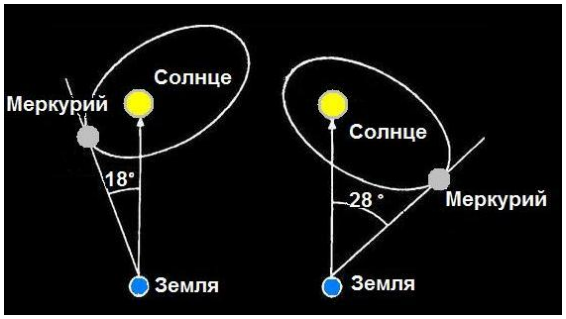


Рис.151. **Зависимость элонгаций Меркурия от наклона его орбиты**

В сочетании со значительным наклоном его орбиты к плоскости орбиты Земли такое малое угловое расстояние иногда даже в дни элонгаций делает наблюдения Меркурия труднодоступными. Планету в средних широтах не удаётся увидеть, порой годами, если учитывать и возможные погодные неурядицы.

Вопросы:

1. Венера, так же, как и Меркурий, находится ближе к Солнцу, чем Земля. Почему эта планета также является труднодоступной для наблюдений?

Репозиторий ВГУ

Для планеты, более близкой к Солнцу, чем Земля, угол между направлениями с Земли на неё и на Солнце меняется, не превосходя 29° для Меркурия и 48° для Венеры. При наибольшем угловом расстоянии между Солнцем и такой планетой её удобнее всего наблюдать – она позднее заходит вечером после Солнца или раньше восходит утром перед восходом Солнца, смотря по тому, с какой стороны от Солнца мы её видим. Как продемонстрировано на рис. 152, вид Меркурия и Венеры меняется, как у Луны. Это зависит от того, как повёрнуто к нам освещённое Солнцем полушарие этих планет. Венера расположена дальше от Солнца и ближе к Земле, чем Меркурий, поэтому условия её наблюдения более благоприятны, чем у Меркурия.

Рис. 152. **Изменения фазы и видимого диаметра Меркурия и Венеры в зависимости от их положения относительно Земли и Солнца**

2. Какие меры безопасности нужно соблюдать при наблюдениях Меркурия и Венеры в телескоп?

Во время дневных наблюдений Венеры или Меркурия нельзя смотреть на Солнце через оптический искатель или окуляр телескопа! Избегайте даже случайного вхождения Солнца в область обзора телескопа. Даже одна секундная оплошность может стоить Вам зрения!

О наблюдениях Меркурия и Венеры, а также о мерах безопасности при наблюдениях рассказывается на сайте realsky (рис. 153).

Рис. 153. **Меркурий, Венера и как их наблюдать (web-страница)**

Эксперимент 19. Сияние Луны

Факты и наблюдения. Сергей Есенин едва ли не самый «лунный» поэт в русской литературе. Распространённый образ стихотворной атрибутики Луны и месяца довольно часто упоминается в его произведениях.

Отчего Луна так светит тускло
На сады и стены Хороссана?
Словно я хожу равниной русской
Под шуршащим пологом тумана …

Август 1925 г.

Цель. Показать причину света Луны.

Репозиторий ВГУ

Оборудование и материалы. Карманный фонарик. Фликер или велосипедный отражатель.

Инструкция.

- Эксперимент следует проводить ночью.
- Включить фонарик и направить его свет на фликер или велосипедный отражатель.

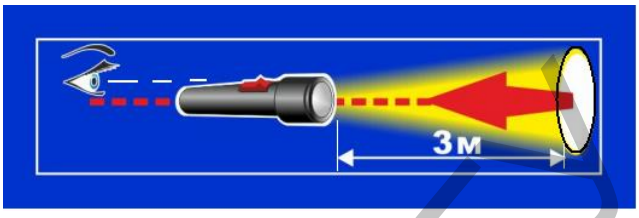


Рис. 154. **Отражение света фонарика от фликера**

Фонарик следует держать на 1–2 см ниже уровня глаз, находясь на удалении от изделия не менее 3 м (рис. 154).

Результаты. Фликер или велосипедный отражатель светятся только при включённом фонарике.

Объяснение. Световозвращающий элемент (светоотражатель, фликер, катафот и т.д.) является важным элементом пассивной безопасности пешехода или велосипедиста и снижает риск наезда на пешехода в тёмное время суток. Принцип действия его основан на том, что свет, попадая на ребристую поверхность из специального пластика, концентрируется и отражается в виде узкого пучка.

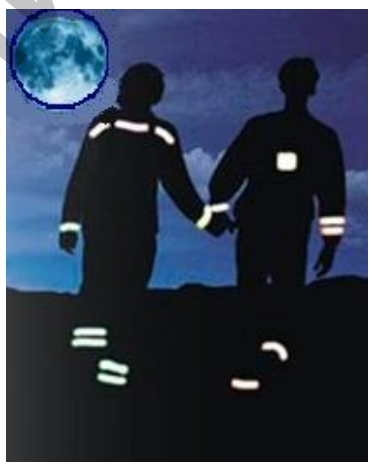


Рис. 155. **Фликер позволяет обнаруживать пешеходов в тёмное время**

Когда фары автомобиля «выхватывают» пусть даже маленький световозвращатель, водитель издалека видит яркую световую точку (рис. 155). Поэтому шансы, что пешеход или велосипедист будут замечены, увеличиваются во много раз. Например, при движении с ближним светом фар расстояние обнаружения пешехода увеличивается с 25–40 метров до 130–140, а при движении с дальним светом – до 400 метров.

Фликер не испускает света. Он сконструирован таким образом, что отражает падающий на его свет в различных направлениях. Луна собственный свет не излучает, она

Рис. 156. **«За чей счёт» светит Луна? (web-страница)**

Репозиторий ВГУ

только отражает падающий на неё солнечный свет. Без Солнца не было бы лунного света.

Подробнее о причинах свечения Луны и феномене её пепельного света можно прочесть по ссылке на рис. 156.

Вопросы:

1. Какое небесное тело второе после Солнца по яркости на нашем небе?

Этим небесным телом является Луна.

2. На примере следующей русской пословицы объясните причину свечения Луны: «Не всё греет, что светит: Луна светла, да без тепла».

Луна светит благодаря отражённому солнечному свету.

3. При какой фазе Луны освещение её отражёнными от Земли солнечными лучами будет наибольшим?

В новолуние.

4. Если бы Луна была повёрнута к Земле своей обратной стороной, то лучше или хуже она освещала бы Землю в полнолуние?

На обратной стороне Луны почти нет морей, покрытых, как известно, более тёмным веществом, чем горные районы. Поэтому в предполагаемом гипотетическом случае Луна освещала бы Землю лучше (сравните фотографии видимой и обратной стороны Луны – рис. 157).

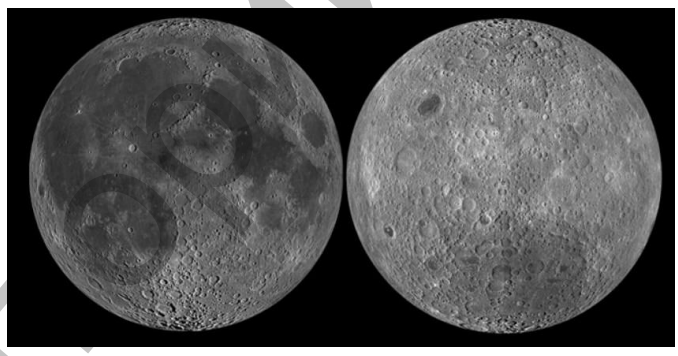


Рис. 157. **Видимая и обратная сторона Луны**

Эксперимент 20. Почему мы видим только одну сторону Луны?

Факты и наблюдения. Высоко в небе ярко сияет Луна с тёмными пятнами на блестящем диске. В полнолуние мы видим её в виде яркого диска. Тысячи лет люди наблюдают изменения этого диска – от полного сияния до тоненького серпа новорождённого месяца (рис. 158).

Мы всегда видим её такой. И до нас тысячи лет люди смотрели на такую же точно Луну и так же на ней распределялись тёмные пятна – лунные моря. В бинокль видны более мелкие детали – кратеры. Между тем Луна – шар, такой же, как и многие другие спутники и планеты, в том числе и наша Земля, на которой мы с Вами живём. Но Луна никогда не показывает нам свою другую сторону, мы её не видим.

Репозиторий ВГУ

Рис. 158. **Привычный для земного наблюдателя вид Луны в разное время**

Цель. Показать, почему нам с Земли видна только одна сторона Луны.

Оборудование и материалы. Стул вращающийся. Изображение Луны. Изображение Земли (или глобус). Помощник.

Инструкция.

- Сядьте на вращающийся стул и возьмите в руки глобус.
- Ваш помощник находится на некотором расстоянии от Вас и держит в руках (или закрепляет у себя на груди) изображение Луны.
- Необходимо, чтобы каждый из участников эксперимента смотрел, не поворачивая головы, на своего собеседника.
- Вы («Земля») и Ваш помощник («Луна») одновременно начинают движение. Вы повора-чиваетесь вместе со стулом, а помощник – начинает обход вокруг стула. Направление поворота стула и передвижение помощ-ника должны совпадать (рис. 159).

Рис. 159. **Демонстрация движения Луны по орбите**

Результаты. Постепенно воображаемая Луна начинает оборачиваться вокруг воображаемой Земли. В начале движения экспериментатор, допустим, видел перед собой окно или другой какой-то предмет, но потом, по мере того как он будет совершать поворот на стуле, окно это окажется за спиной, и только в конце пути он снова его увидит. Ваш помощник также заметит, что он обернулся не только вокруг стула с экспериментатором, но и вокруг себя самого,

Репозиторий ВГУ

своей оси. Во время опыта экспериментатор и помощник должны смотреть друг на друга.

Объяснение. Подобно помощнику экспериментатора Луна делает оборот вокруг Земли и одновременно вокруг собственной оси.

Скорость вращения Луны вокруг Земли абсолютно идентична скорости, с которой она делает оборот вокруг своей оси, то есть вращение Луны вокруг Земли и вокруг собственной оси синхронизировано. На полный оборот Луны вокруг Земли и вокруг своей оси уходит 27 дней 7 часов и 43,1 минуты, поэтому мы всегда видим только одну её сторону.

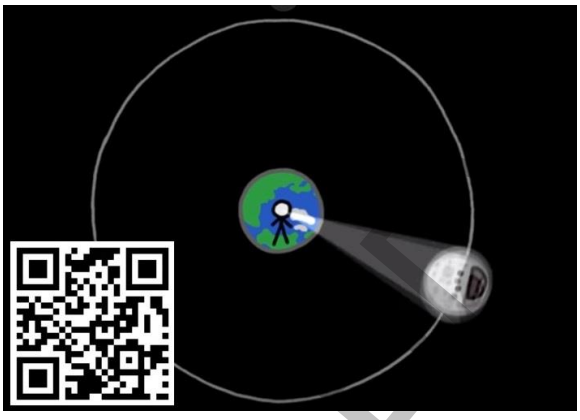


Рис. 160. **Почему мы видим только одну сторону Луны? (видео 2 мин 29 с)**

Данное обстоятельство рассматривается в видео на рис. 160.

Вопросы:

1. Если бы Луна не вращалась вокруг собственной оси, то к какому наблюдательному эффекту это могло бы привести?

С Земли можно было бы наблюдать всю поверхность Луны.

2. Какую часть земной поверхности можно видеть с Луны?

С видимой стороны Луны в течение суток можно увидеть всю поверхность Земли.

Эксперимент 21. Либрация Луны

Факты и наблюдения. Интересно, что с Земли можно увидеть немного больше половины поверхности Луны. Это явление называется лунными либрациями.

Цель. Моделировать либрацию Луны, чтобы увидеть часть её обратной стороны.

Оборудование и материалы. Тонкая рыболовная леска длиной около 1 метра. Круглая картофелина или комок пластилина. Две канцелярские кнопки. Акварельная краска любого цвета с кисточкой.

Инструкция.

- Покрасьте одну половину картофелины, которая будет видимой стороной «Луны», акварельной краской.

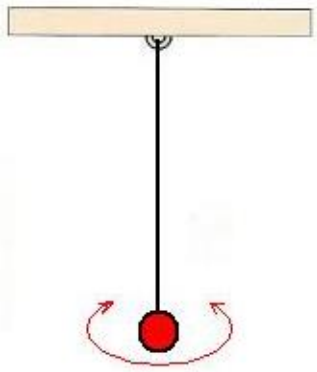


Рис. 161. **Подготовка эксперимента**

Репозиторий

- В один из «полюсов» картофелины воткните скрепку или кнопку; к кнопке прикрепите один конец лески.
- Второй конец лески кнопкой прикрепите к какой-либо стойке с перекладиной, например, к косяку проёма двери. Проследите, чтобы леска не проскальзывала по кнопкам, а могла поворачиваться вместе с картофелиной.
- Подвешенная картофелина окрашенной стороной должна быть повернута к экспериментатору (это видимая сторона «Луны») – рис. 161.
- Поверните картофелину на пол-оборота вокруг вертикальной оси, благодаря чему немного закрутится леска.
- Отпустите картофелину и наблюдайте за её крутильными колебаниями.

Результаты. В результате упругости лески картофелина попеременно поворачивается немного то в одну, то в другую сторону. Становятся видны неокрашенные части картофелины (то есть «невидимая сторона Луны») (рис. 162).

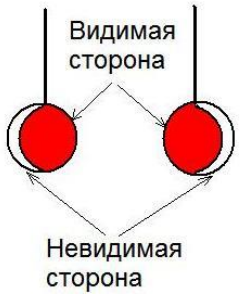


Рис. 162. **Результаты эксперимента — попеременно видны части невидимой стороны «Луны»**

Объяснение. В результате искусственно полученной либрации мы заглянули за обратную (неокрашенную) сторону картофелины. Слово «либрация» означает кажущееся колебательное движение Луны при наблюдении с Земли. Рычажные весы также некоторое время колеблются около положения равновесия. По-латыни весы – «либра» (libra), поэтому кажущиеся колебания Луны, обусловленные неравномерностью её движения по орбите вокруг Земли при равномерности вращения вокруг своей оси, называют *либрацией* Луны.

Несмотря на то, что период обращения Луны вокруг Земли равен периоду её обращения вокруг своей оси, либрация позволяет наблюдателю с Земли видеть в разные моменты времени лунный диск в несколько различающихся положениях. Благодаря либрации всего с Земли может наблюдаться 59% лунной поверхности, при этом «захватывается» таким образом 9% поверхности невидимого полушария – рис. 163. На этом анимированном изображении собрано множество

Рис. 163. **Либрация Луны (анимация)**

Репозиторий ВГУ

фотографий Луны в течение одного месяца.

Для сведения. Различают четыре вида либраций.

Либрация по долготе связана с тем, что орбита Луны вокруг Земли не является круговой. В результате видимое земному наблюдателю вращение Луны неравномерно, и наблюдатель может немного «заглядывать» в отвёрнутое от Земли полушарие поочерёдно с восточного и западного края. На рис. 164 представлены две фотографии Луны: слева на фото видна часть обратной стороны, а на правой фотографии этой части уже не видно.

В нашем эксперименте была показана либрация по долготе.

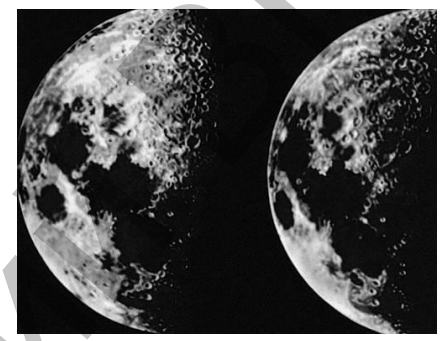


Рис. 164. **Либрация по долготе**

Либрация по широте происходит вследствие наклона оси вращения Луны к плоскости её орбиты вокруг Земли, поэтому при движении Луны вокруг Земли мы наблюдаем то южный, то северный полюс Луны.

Суточная либрация – это сравнительно малые ежедневные колебания, связанные с небольшой удалённостью Луны от Земли, в результате движения наблюдателя вместе с поверхностью Земли при суточном вращении Луны для наблюдения становятся доступными сначала западные области Луны, затем восточные.

Физическая либрация – очень небольшое «покачивание» Луны, которое вызывается приливными силами со стороны Земли и проявляется в небольшом изменении периода вращения Луны вокруг своей оси. Физическая либрация происходит по весьма сложному закону.

Вопросы:

1. Какую часть лунной поверхности может увидеть в течение некоторого времени наблюдатель, находящийся на Марсе?

Все 100%.

2. Рассмотрите движение Луны по орбите и докажите появление либрации по долготе.

На рис. 165 преувеличенно показана эллиптическая орбита Луны относительно Земли. В некоторый момент *A* в центре диска Луны видна точка *f* её поверхности. Через четверть месяца Луна окажется в положении *B*, причём за это время она сделает ровно четверть оборота вокруг оси.

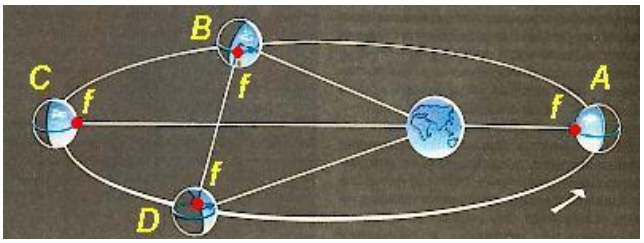


Рис. 165. **Схема возникновения либрации по долготе**

Репозиторий ГГУ

При наблюдении с Земли точка *f* уже не будет видна в центре лунного диска, а несколько сместится к востоку от центра. В положении *C* точка *f* возвратится в центр видимого диска Луны, а в положении *D* отступит к западу. Описанное явление называется либрацией по долготе и достигает ± 7°45′.

3. Рассмотрите движение Луны по орбите и докажите появление либрации по широте.

Либрация по широте возникает из-за наклона плоскости лунной орбиты к эклиптике. Поскольку в течение одного оборота около Земли ось вращения Луны практически не меняет своего положения в пространстве, то, как следует из рис. 166, в двух диаметрально противоположных точках орбиты мы наблюдаем то северный полюс Луны *P*, то южный – *P′*. Либрация по широте достигает ± 6°41′.

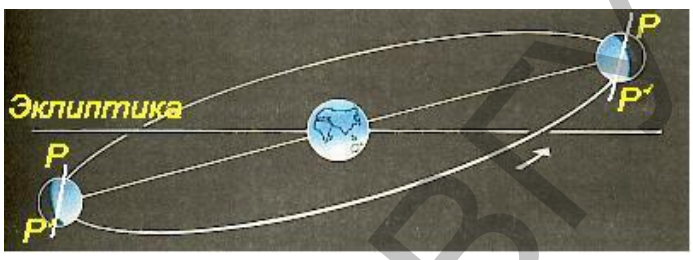


Рис. 166. **Схема возникновения либрации по широте**

Эксперимент 22. Фазы Луны

Факты. При разных положениях относительно друг друга Солнца, Земли и Луны мы по-разному видим освещённую половину Луны: то Луна полная и видна в небе всю ночь, то её нет вообще, то на небе вместо Луны появляется тонкий серп. Часть видимого нами с Земли диска Луны, которая освещена, называется фазой Луны. Обычно выделяют основные фазы: новолуние, первая четверть, полнолуние, третья (или последняя) четверть.

Важно знать, что лунные фазы зависят от освещения поверхности Луны Солнцем, а вовсе не от попадания на Луну тени Земли, как часто себе многие представляют. Плоскость орбиты Луны не совпадает с плоскостью земной орбиты и может периодически изменяться как в одну (угол *a*), так и в другую сторону (угол *b*) от плоскости орбиты Земли (рис. 167).

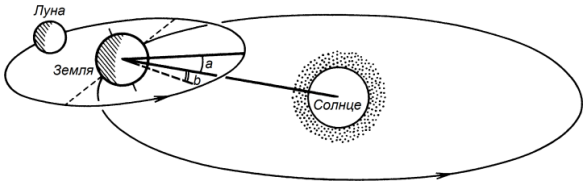


Рис. 167. **Плоскость орбиты Луны и плоскость орбиты Земли**

Прохождение тени Земли по Луне может произойти, когда плоскости их орбит совпадут, – это явление происходит примерно два-четыре раза в год и называется лунным

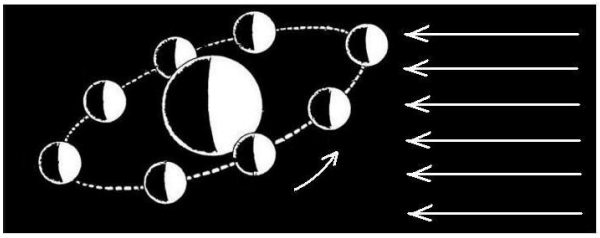


Рис. 168. **Расположение Луны по отношению к Земле**

Репозиторий ВГУ

затмением. Во всех остальных случаях расположение Луны в пространстве будет занимать положения, показанные на рис. 168.

Цель. Моделирование фаз Луны; посмотреть, как меняется освещённость Луны Солнцем при наблюдении с Земли.

Оборудование и материалы. «Солнце» – фонарь (желательно с рефлектором большого диаметра); «Земля» – большой мячик; «Луна» – маленький мячик (его диаметр примерно в 5 раз меньше большого). Фольга.

Инструкция.

- Плотно оберните маленький мячик блестящей алюминиевой фольгой; так будет лучше видна освещённая сторона «серебряной Луны».

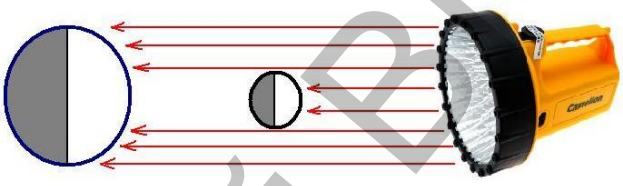


Рис. 169. **Размещение оборудования в начале эксперимента**

- Расположите на столе мячики и фонарь, так как это показано на рис. 169. Фонарь постарайтесь установить так, чтобы тени от мячиков не падали друг на друга (или попросите об этом помощника, удерживающего фонарь). Посмотрите на маленький мячик («Луна») со стороны большого («Земля»).
- Передвиньте малый мячик с положения *1* правее большого мячика в положение *2*, затем поочерёдно в положения *3, 4, 5, 6, 7* и *8* (рис. 170). Фонарь («Солнце») во время всего дальнейшего эксперимента не перемещать! Пронаблюдайте, как будет освещён маленький мячик во всех положениях в ракурсах с точек зрения наблюдателя, находящегося на поверхности Земли напротив соответствующих положений Луны. Для этого Вам нужно находиться на одной линии: наблюдатель–«Земля»–«Луна».

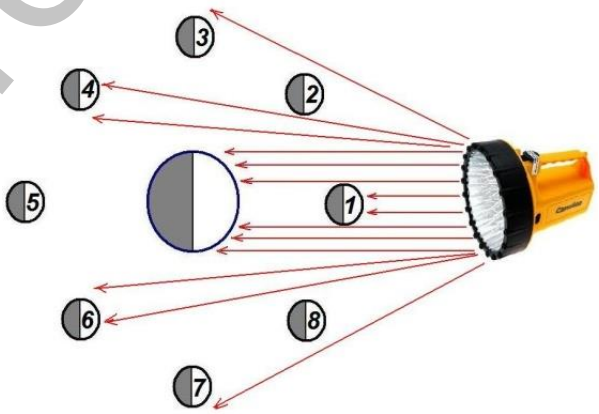


Рис. 170.
Этапы проведения эксперимента

Результаты. Положение *1* соответствует новолунию – это очень хорошо понятно из нашей модели на столе – Солнце в данный период освещает Луну со стороны, противоположной Земле. Фигурка

Репозиторий ВГУ

человечка (наблюдатель на Земле), условно изображённого на рис. 171, хоть и смотрит прямо на Луну, но не видит её из-за того, что она совершенно тёмная.

В положении *2*, показанном на рис. 170 и 171 будет виден узенький кусочек Луны, который наблюдается с Земли как серп.

С дальнейшим перемещением по кругу этот освещённый кусочек будет увеличиваться.

Когда Луна встанет «сбоку» от Земли (положение *3*), наблюдатель увидит освёщенную Солнцем половинку круга.

Переходя из положения *3* в положение *4*, к освещённой половинке Луны начинает прирастать «горб», её яркость увеличивается, пока не станет сиять полный диск. В положении *5* весь диск Луны будет освещён – это будет фаза полнолуния.

Далее освещённая часть Луны начинает уменьшаться – положения *6*, *7*, *8*. В положении *8* – опять узенький серпик, но с точки зрения наблюдателя, стоящего на Земле, его рожки направлены в сторону, противоположную растущему серпику в положении *2* и напоминают букву «С».

Затем серпик освещённой Луны исчезает, и она возвращается в положение *1*, то есть в момент, когда Луна теряется на ярком дневном небе.

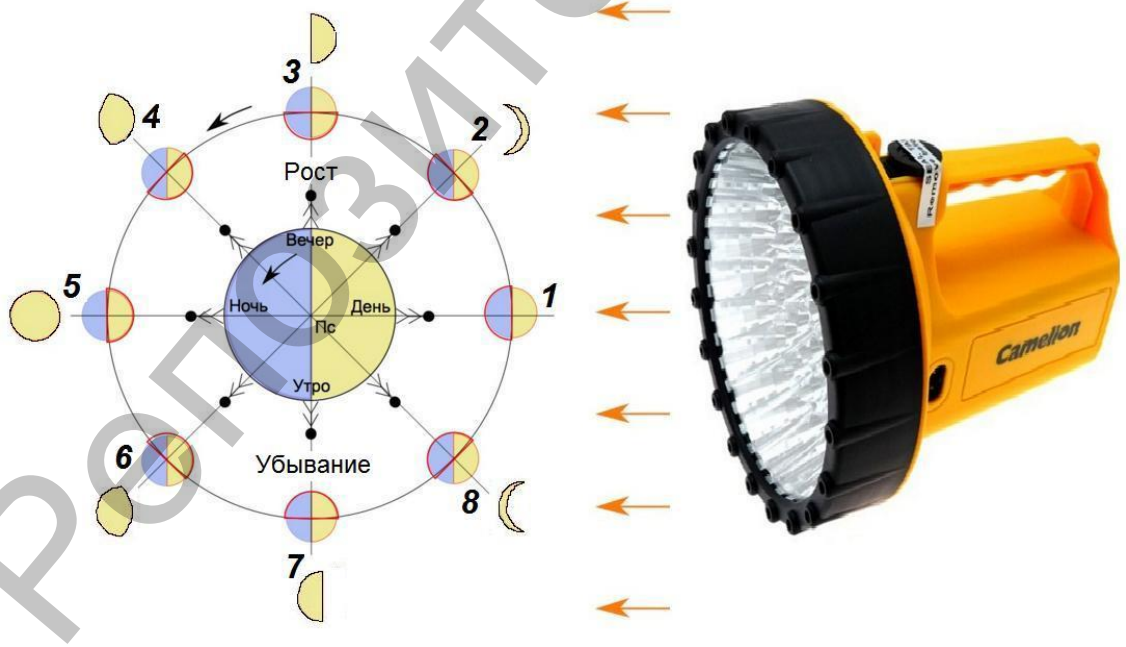


Рис. 171. **Результаты эксперимента**

Объяснение. То, что мы называем лунным светом, на самом деле солнечный свет, отражённый серой скалистой лунной поверхностью (в нашем случае фольгой). Луна движется вместе

Репозиторий ВГУ

с Землёй вокруг Солнца и освещается Солнцем. По мере движения Луны мы видим то большую, то меньшую часть освещённой поверхности Луны, то есть положение Луны по отношению к Земле всё время меняется. Луна проходит свои фазы регулярно каждый месяц, при этом меняется величина видимой нами освещённой её поверхности. Фазы Луны – это ракурсы, под которыми мы видим с Земли освещённую часть Луны.

Фазы Луны начинаются с новолуния (положение *1*) – см. рис. 171. В это время она совсем не видна с Земли. Спустя два дня появляется и продолжает расти узкий яркий серп «молодой» Луны (положение *2*). Спустя семь суток становится видна правая половина лунного диска (положение *3*) – наступает фаза первой четверти. Когда мы видим Луну полностью, то это положение *5*, которое называется полнолунием. В данное время солнечные лучи полностью освещают всё лунное полушарие. Далее начинается убывание яркости Луны (положение *6*) и в положении *7* наступает третья (или последняя) четверть. Освещённой остаётся левая часть лунного диска. Затем Луна ещё больше уменьшается («стареет») и появляется красивый рогатый месяц (положение *8*). Затем из поля зрения Луна пропадает полностью – переходит в фазу новолуния, весь цикл повторяется.

Рис. 172.
Правило распознавания фаз Луны

Рис. 173. **Все фазы Луны**

Для сведения. Следует заметить, что Луна видна на небе не только ночью, но и днём (вернее, в светлое время суток).

И это не какое-то редкое астрономическое явление, а так происходит всего несколько дней каждый месяц.

Днём Луну труднее заметить – во-первых, днём она не такая яркая, во-вторых, чаще всего видна узким серпиком, и, в-третьих, обычно видна близко к восходу или заходу Солнца, когда люди редко смотрят на небо.

Репозиторий ВГУ

В новолуние и в другие фазы (кроме полнолуния), если хорошенько всмотреться на яркие части Луны, то можно разглядеть и остальные её едва заметные части, хотя они и выглядят очень тёмными.

Есть одно из правил, которое помогает разобраться, какую же Луну мы видим – уменьшающуюся (убывающую) или увеличивающуюся (растущую). Надо просто посмотреть на месяц. Если он похож на букву «С» – это Луна «старая» и скоро она совсем исчезнет с неба, будет новолуние. А если при соединении рожек месяца воображаемой линией мы получаем букву «Р», то это будет Луна «растущая», и дело идёт к полнолунию (рис. 172).

От одного новолуния до следующего проходит около 29,5 (точнее 29,530588) средних солнечных суток. На рис. 173 показаны фотографии фаз Луны в последовательности, начиная с новолуния (НЛ). Полный цикл лунных фаз занимает, как говорят астрономы, синодический месяц. На анимации (рис. 174) полный цикл фаз Луны занимает время около секунды.

Рис. 22.8. **Полный цикл фаз Луны (анимация)**

У планет тоже есть фазы. Астрономы, рассматривая Меркурий и Венеру в телескоп, наблюдали их в виде рогатых месяцев. Когда Землю фотографировали из космоса, то часто космические аппараты передавали космические снимки, на которых наша планета тоже выглядит подобно Луне.

Фазы Венеры меняются в результате её вращения вокруг Солнца внутри земной орбиты, давая возможность наблюдателю с телескопом видеть последовательную смену освещения, похожую на смену фаз Луны. На рис. 175 для сравнения с фазами Луны показаны фазы планеты Венера в течение одного года.

Полный цикл от «новой» Венеры через «полную» и опять до «новой» длится 584 дня. Это время, необходимое Венере, чтобы обогнать Землю на один оборот. При этом наблюдаемый угловой размер планеты изменяется вместе

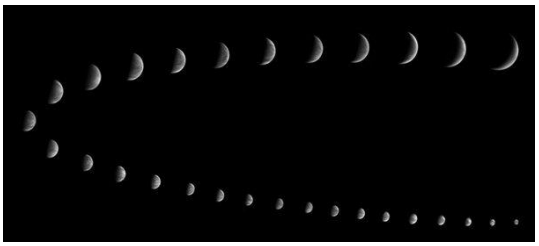


Рис. 175. **Последовательность смены фаз Венеры в течение года**

Репозиторий ВГУ

с фазой и равен от 9,9" угловых секунд в полной фазе до 68" угловых секунд в нижнем соединении.

Вопросы:

1. Прочтите детскую загадку:

Украшал ночную синь
Серебристый апельсин.
Две недели пролетели,
Апельсина мы не ели,
Но осталась в небе только
Апельсиновая долька.

Загадка красивая и ответ сразу же напрашивается, что это загадка о Луне и её фазе. Но в текст загадки закралась астрономическая ошибка. Какая же?

«Серебристый апельсин» – это Луна в фазе полнолуния. «Апельсиновая долька» – это фаза Луны в последней четверти. Через две недели от Луны (апельсина) не останется даже дольки – наступит новолуние. В загадке должна быть строчка «Семь денёчков пролетели» – вот тогда фаза сменится на последнюю четверть.

2. Допустим, Вы забыли правило распознавания фаз Луны. По каким признакам ещё можно отличить молодой месяц от стареющего?

Растущий месяц обычно наблюдается вечером, а стареющий – утром.

Эксперимент 23. Солнечное затмение

Факты. Планеты и их спутники находятся в движении и не стоят на месте: Луна вращается вокруг Земли, а Земля вращается вокруг Солнца. Поэтому время от времени возникают такие моменты, когда Луна в своём движении полностью или частично заслоняет Солнце. По сути, солнечное затмение – это тень Луны на поверхности Земли.

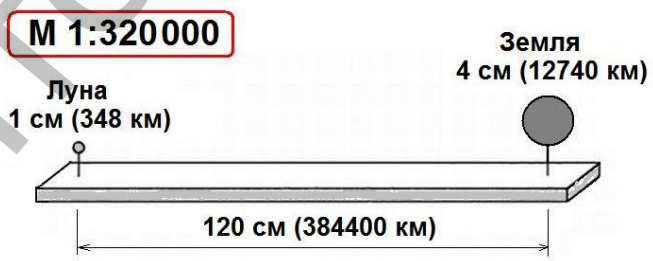


Рис. 176. **Модель «Земля–Луна» в масштабе 1:320000**

Цель. Показать, каким образом происходят солнечные затмения.

Оборудование и материалы. Фонарь. Планка длиной немногим больше 120 см. Пластилин. Два гвоздя длиной 3–5 см.

Инструкция.

- Вначале изготовьте простую модель «Земля–Луна» в масштабе 1:320000. В заготовленную планку вбейте по концам два гвоздя так, чтобы расстояние между ними было 120 см. Из пластилина скатайте два шарика, диаметрами 1 и 4 см (меньший шарик будет обозначать Луну, больший

Репозиторий БГУ

шарик – Землю). Прикрепите шарики на шляпки гвоздей (рис. 176). На рисунке в скобках указаны реальные диаметры небесных тел и среднее расстояние между ними.

- Расположите фонарь и модель так, чтобы маленький шарик («Луна») находился между большим шариком («Земля») и фонарём («Солнце»).
- Включите фонарь и, передвигая его или модель «Земля–Луна», добейтесь того, чтобы тень от маленького шарика падала на большой шарик (рис. 177).

Рис. 177. **Моделирование солнечного затмения**

Результаты. На шарике, моделирующем Землю, видна расплывчатая тень (в центре более тёмная, чем по краям). В процессе настройки модели было видно, как тень маленького шарика перемещается по поверхности большого.

Объяснение. Солнечное затмение всегда случается в новолуние. В это время Луна на Земле не видна, потому что та сторона Луны, которая обращена к Земле, не освещена Солнцем (рис. 178). Из-за этого земному наблюдателю кажется, что во время затмения Солнце закрывает чёрное пятно, неизвестно откуда взявшееся.

На поверхности Земли тень от Луны составляет в диаметре около 200 км, что, естественно, во много раз меньше диаметра Земли. Поэтому солнечное затмение можно наблюдать одновременно только в узкой полосе на пути лунной тени.

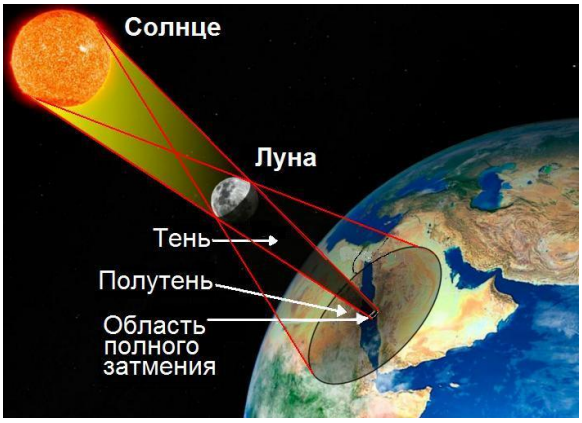


Рис. 178. **Объяснение причины солнечных затмений**

Солнечное затмение возможно потому, что на небесной сфере для наблюдателя с Земли диаметры Луны и Солнца почти совпадают, несмотря на то, что диаметр Солнца почти в 400 раз превышает диаметр Луны. Это происходит потому, что Солнце примерно в 400 раз дальше от Земли, чем Луна.

Для сведения. Тень, которую Луна отбрасывает в сторону Земли, выглядит как сходящийся конус. Остриё этого конуса

Репозиторий ВГУ

находится чуть дальше нашей планеты, поэтому, когда тень попадает на поверхность Земли, она представляет собой не точку, а сравнительно небольшое (150–270 км в поперечнике) чёрное пятно. Вслед за Луной это пятно перемещается по поверхности нашей планеты со скоростью около одного километра в секунду.

На рис. 179 показан вид на солнечное затмение с орбиты космической станции. На фоне земных облаков хорошо видна тень Луны. В этой области земной наблюдатель может любоваться затмением.

Рис. 179. **Вид на кольцеобразное солнечное затмение с орбиты космической станции**

Ближайшее полное солнечное затмение, во время которого светило будет на все 100% закрыто Луной, произойдёт 12 августа 2026 года. Затмение начнётся на северо-востоке полуострова Таймыр, затем полоса тени пройдёт через Северный Ледовитый океан недалеко от Северного полюса, остров Гренландия, затем пересечёт Исландию и войдёт на территорию Испании.

Вследствие эллиптической орбиты Луны в моменты, благоприятные для наступления затмений, видимый лунный диск может быть немного меньше солнечного. В этом случае происходит кольцеобразное затмение: вокруг тёмного диска Луны видно сияющее кольцо поверхности Солнца, что мы и видим на рис. 179 и 180.

Рис. 180. **Сведения о солнечных затмениях XXI века (web-страница)**

Сведения о солнечных затмениях XXI века представлены по ссылке на рис. 180. В период с 2001 по 2100 год на Земле произойдёт 224 солнечных затмения.

Вопросы:

1. Замечено, что за мгновение до того, как Солнце полностью скроется во время полного солнечного затмения, яркие пятна солнечного света вспыхивают около края Луны. Что это за явление, как его объяснить (рис. 181)?

Репозиторий

Этот эффект, известный как чётки Бейли, назван в честь Френсиса Бейли, который первым обратил внимание на это явление в 1836 году. Когда солнечный диск почти полностью скрыт лунным, но всё же солнечный диск проглядывается между лунными горами или углублениями в центрах лунных кратеров, оказавшихся на тот момент на краю лунного диска. Когда доминирует одно яркое пятно, явление называется эффектом бриллиантового кольца.

Рис. 181. **Вид на солнечное затмение – по краям лунного диска проглядывают яркие пятна**

На видео (рис. 182) приведена видеозапись полного солнечного затмения 1.08.2008 г. с телескопа Новосибирского государственного университета. Полная длительность затмения – около 2 часов, поэтому начальная и конечная фазы затмения для наглядности значительно ускорены (в 200 раз), полная фаза затмения ускорена в 5 раз, и только моменты входа в полную фазу и выхода из неё показаны с оригинальной скоростью. В эти моменты на записях можно разглядеть «чётки Бейли» и «бриллиантовое кольцо».

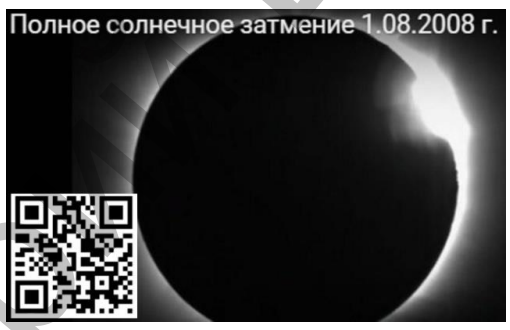


Рис. 182. **Полное солнечное затмение 1.08.2008 г. (видео 2 мин 16 с)**

2. Представьте гипотетическую ситуацию, что Луна будет постепенно отдаляться от Земли. Как это отразится на солнечных затмениях?

С удалением Луны от Земли её видимый угловой размер будет становиться меньше, а полные солнечные затмения будут происходить всё реже и кольцеобразные всё чаще. К сожалению, полные солнечные затмения будут неумолимо идти к своему исчезновению. Когда средний радиус лунной орбиты возрастёт на 23410 км, видимый размер лунного диска будет уже слишком мал, чтобы полностью закрыть Солнце, даже когда Луна находится в ближайших к Земле точках своей эллиптической орбиты. С этого момента полные солнечные затмения на Земле станут невозможны.

Эксперимент 24. Лунное затмение

Факты. Солнечные и лунные затмения на Земле – поистине уникальные явления. Лунные затмения происходят значительно чаще солнечных затмений.

Цель. Показать, каким образом происходят лунные затмения.

Оборудование и материалы. Используйте оборудование предыдущего эксперимента № 23 «Солнечное затмение».

Репозиторий ВГУ

Инструкция.

- Установите модель «Земля–Луна» на столе так, чтобы шарик, обозначающий Землю, был направлен в сторону Солнца (фонаря).

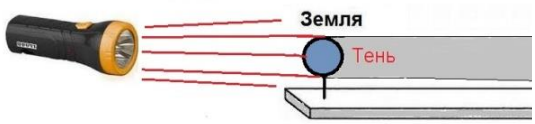


Рис. 183. **Моделирование лунного**

- Перемещайте Луну внутри тени (поворачиванием модели или фонаря), которую будет отбрасывать Земля (рис. 183).

Результаты. Так как Земля больше Луны, то воспроизвести лунное затмение будет несложно: оно будет наблюдаться всякий раз, когда тень Земли будет покрывать поверхность Луны.

Объяснение. Очевидно, что Земля находится между Солнцем и Луной на одной линии, таким образом, лунное затмение наблюдается в полнолуние. Однако следует заметить, что такое событие происходит далеко не в каждое полнолуние.

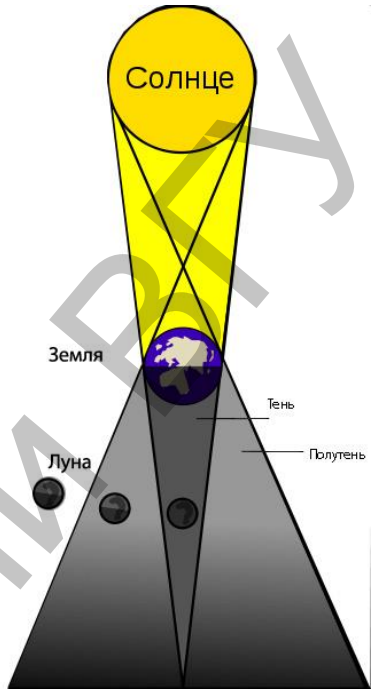


Рис. 184. **Объяснение причины лунных затмений**

Лунным затмением называют такое астрономическое явление, когда Луна входит в конус тени, отбрасываемой Землёй. Существуют разные варианты лунного затмения: когда тень полностью накрывает Луну – это полное лунное затмение, а когда Луна затемнена лишь частично – частное лунное затмение. Когда Луна скрывается в полутени Земли, затмение будет полутеневым – такое затмение невидимо невооружённым глазом (рис. 184). При этом яркость лунного диска может незначительно уменьшиться, что, как правило, незаметно без использования

Рис. 185. **Компьютерная модель лунного затмения (анимация)**

Репозиторий ВГУ

специальных приборов. Луна в полутеневом затмении может пройти рядом с областью тени, тогда с одного края лунного диска может быть заметно некоторое затемнение.

На рис. 185 представлена компьютерная модель лунного затмения в Северном полушарии при прохождении Луны через земную полутень 27 июля 2018 года.

Для сведения. Средняя периодичность затмений для одного населённого пункта: одно затмение в 2–4 года, а максимальное количество их в году может достигать трёх.

Вопросы:

1. Можно ли наблюдать какие бы то ни было затмения с земных полюсов?

Можно наблюдать и солнечные, и лунные затмения, конечно, реже, чем в других местах на Земле.

2. Уже в древности астрономы знали, что солнечные и лунные затмения повторяются в определённом порядке, и, следовательно, могли составлять «расписания» затмений и предсказывать их, однако они никогда не осмеливались ручаться, что их предсказания сбудутся. Почему?

Потому что, зная, когда произойдёт то или иное затмение, они не знали, где его можно будет наблюдать. В современных условиях время и место затмения Солнца учёные рассчитывают на много лет вперёд. Научные экспедиции заблаговременно выезжают на место очередного затмения Солнца, чтобы углубить свои знания о его строении.

3. Почему лунное затмение гораздо продолжительнее солнечного?

Земля, как и Луна, также отбрасывает тень в сторону, противоположную Солнцу. Диаметр этой тени в три раза превосходит диаметр нашего спутника. В те моменты, когда Луна попадает в область этой тени, наступает лунное затмение.

4. Почему Луна в момент полного затмения окрашивается в тёмно-красный свет?

Это явление связано с тем, что Луна даже в момент затмения продолжает освещаться солнечными лучами, которые проходят по касательной через земную атмосферу. Известно, что атмосфера Земли наиболее прозрачна для лучей красно-оранжевого спектра.

Эксперимент 25. Орбитальные кривые

Факты. Из законов Кеплера следует, что под действием сил тяготения одно небесное тело движется в поле тяготения другого небесного тела по одному из конических сечений – эллипсу, окружности, параболе или гиперболе.

Цель. Получить возможные орбиты движения небесных тел.

Оборудование и материалы. Электрический фонарик. Лазерная указка. Кусок мягкой медной или алюминиевой проволоки.

Репозиторий ВГУ

Металлический наконечник от пустого стержня шариковой ручки. Скотч. Белый экран. Карандаш.

Инструкция.

- Посветите электрическим фонариком на экран (чистый лист бумаги) под разными углами и пронаблюдайте форму яркого пятна от рефлектора фонарика (рис. 186).
- Заготовленным куском проволоки соедините лазерную указку и наконечник стержня от шариковой ручки (рис. 187). Наконечник ручки расположите напротив лазера, остриём конуса навстречу выходящему лучу. Расстояние между наконечником и линзой лазера должно быть около 10–15 мм. Наконечник нужно обязательно выбрать блестящий (хромированный) и заканчивающийся правильным конусом с гладкой зеркальной поверхностью без неровностей, царапин и борозд от обработки.
- Зафиксируйте кнопку лазерной указки скотчем и направьте отражённые лучи от блестящей конической поверхности на экран.
- Меняя угол падения лучей лазера на экран, получите разные типы кривых; каждую из них обведите карандашом.

Результаты. При размещении фонарика напротив экрана получаем круг, при наклоне фонарика – эллипс. Освещая лист белой бумаги, включённым в темноте прибором, изготовленным на основе лазера, наблюдают яркие и чёткие кривые.

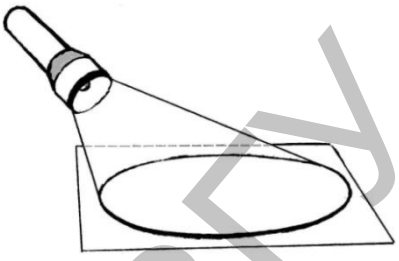


Рис. 186. **Форма пятна от фонарика**

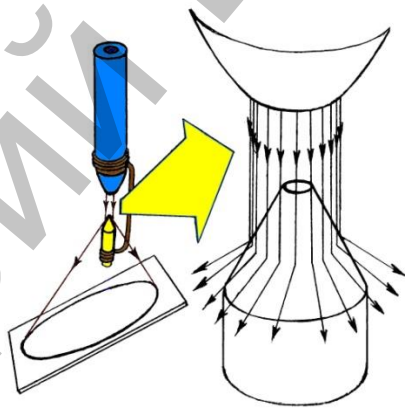


Рис. 187. **Сборка экспериментальной установки**

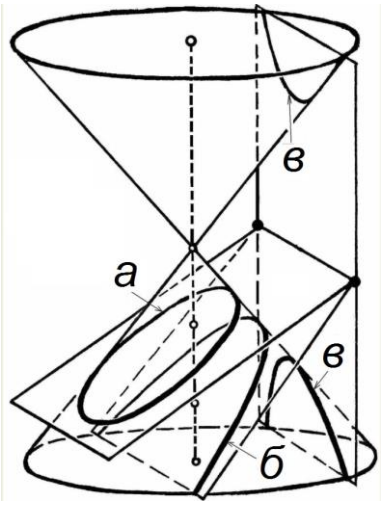


Рис. 188. **Получение конических сечений**

Репозиторий ВГУ

Объяснение. Свет от точечного источника распространяется по конусу. Если свет фонарика направлен перпендикулярно экрану (ось конуса перпендикулярна секущей плоскости), пятно имеет форму круга. При небольшом отклонении фонаря от вертикали круг света вытягивается, приобретая овальные очертания (рис. 186). Такое коническое сечение (рис. 188, *а*) называется эллипсом.

Дальнейший наклон приводит к увеличению длины эллипса, который в определённый момент перестаёт быть замкнутым. Это коническое сечение (рис. 188, *б*) называется параболой.

Наконец, ещё склонив ось осветителя, получаем световое пятно, ограниченное коническим сечением, называемым гиперболой (188, *в*), имеющей в отличие от параболы вторую ветвь, симметричную первой.

Разумеется, что сечение, перпендикулярное оси конуса, даст окружность.

Для сведения. Плоские кривые, которые получаются пересечением прямого кругового конуса плоскостью, в математике называют коническими сечениями. Конические сечения представляют собой геометрическое место точек, удовлетворяющих уравнениям второго порядка. Трактаты о конических сечениях, написанные Аристеем и Евклидом в конце IV века до нашей эры, были утеряны, но материалы из них вошли в знаменитые «Конические сечения» Аполлония Пергского, которые сохранились до нашего времени.

Конические сечения часто встречаются в природе и технике. Например, орбиты планет и спутников, имеют форму эллипсов и окружностей. Параболическое зеркало обладает тем свойством, что все падающие лучи, параллельные его оси, сходятся в одной точке (фокусе). Это свойство используется в телескопах-рефлекторах. Антенны радаров, радиотелескопов, прожекторов и специальных микрофонов имеют параболическую форму.

Вопросы:

1. Какая линия получится в сечении конуса, если секущая плоскость будет параллельна оси конуса и проходить через его вершину?

В случае прохождения плоскости через вершину конической поверхности гипербола вырождается в две пересекающие прямые.

2. Какая линия получится, если секущая плоскость будет только касаться поверхности конуса и проходить через его вершину?

Получится прямая линия (рис. 189).

3. У наклонного конуса ось и высота не совпадают (рис. 190). Можно ли секущей плоскостью в таком конусе получить кривые линии второго порядка, как и в прямом конусе?

Можно.

Репозиторий ВГУ

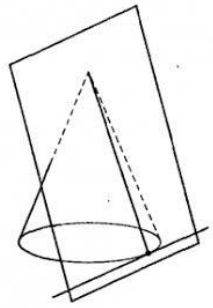


Рис. 189. **Секущая плоскость касается поверхности конуса**

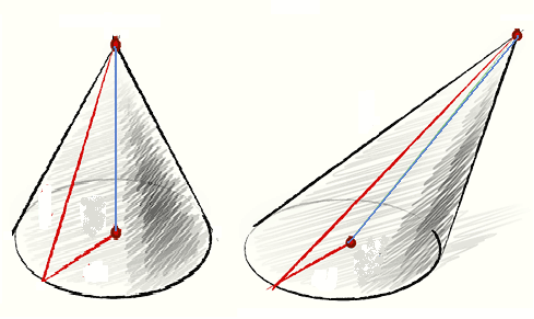


Рис. 190. **Прямой и наклонный конус**

Рис. 191. **Воронка**

4. Если в коническую воронку (рис. 191), у которой предварительно был закупорен слив, налить воду, то можно ли, наклоняя её, получать кривые второго порядка?

При различных углах наклона и закрытой верхней части воронки, вполне можно получать кривые второго порядка, что демонстрируется в видео со специальным прибором (рис. 192).

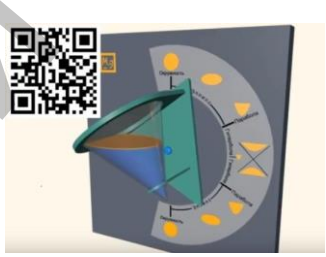


Рис. 192. **Конус с водой (видео 50 с)**

Эксперимент 26. Построение эллипса

Цель. Научиться простейшим способом вычерчивать эллипс, вписанный в прямоугольник.

Оборудование и материалы. Карандаш. Три булавки. Кусок нитки. Прямоугольный лист бумаги.

Инструкция.

- Нарисуйте на листе бумаги любой прямоугольник (как вариант контуром прямоугольника можно считать края листа).
- Прямоугольник разделите на четыре равные части, как показано на рис. 193, *а*.
- При помощи циркуля найдите, где круг, показанный на рис. 193, *а*, пересекает длинную среднюю линию. Эти пересечения обозначены точками 1 и 2.

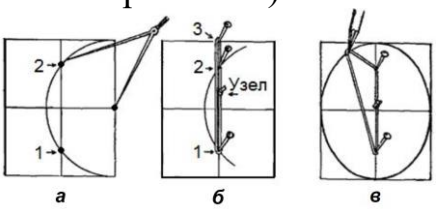


Рис. 193. **Последовательность вычерчивания эллипса**

Репозиторий ВГУ

- Воткните в эти точки булавки, а третью булавку (3) – в конце средней линии – рис. 193, *б*.
- Плотно охватите все три булавки прочной ниткой, как показано на рисунке *б*, так чтобы получилось кольцо; концы нитки свяжите узлом.

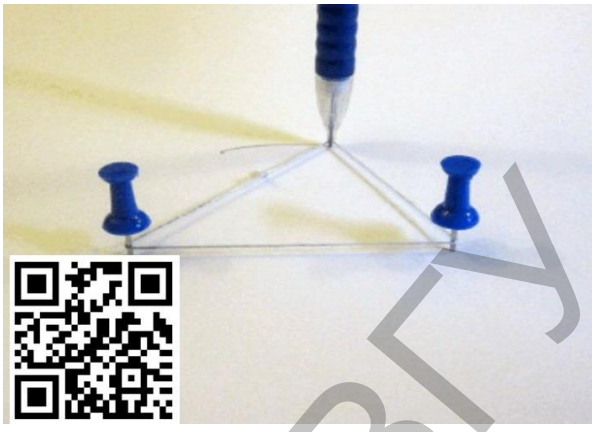


Рис. 194. **Вычерчивание эллипса (анимация)**

- Удалите булавку 3 и очертите карандашом эллипс, как показано на рис. 193, *в*.
- В процессе вычерчивания эллипса нитка должна быть постоянно равномерно натянута (рис. 194).

Результаты. Надеемся, что эллипс у Вас получился, хотя есть и другие способы построения этой фигуры.

Вопросы:

1. Где в астрономии используется понятие эллипса?

Немецкий астроном Иоганн Кеплер доказал, что орбиты всех планет представляют собой вытянутые окружности – эллипсы. По эллипсам движутся вокруг Земли ее искусственные спутники и естественный спутник – Луна. Кольца Урана и Сатурна также имеют эллиптическую форму. Исаак Ньютон показал, что любое тело в поле тяготения будет двигаться по коническому сечению. С понятием эллипса в астрономии связаны и эллиптические галактики. Они составляют примерно 25% от общего числа галактик высокой светимости. Орбиты большинства комет – сильно вытянутые эллипсы.

2. Считая построенный Вами эллипс орбитой планеты, выполните следующие задания:

- На полученной орбите планеты на месте булавки 1 или 2 нарисуйте большую точку – пусть это будет Солнце.
- Обозначьте большую и малую полуоси эллипса.
- Точками отметьте перигелий и афелий.
- Обозначьте перигелийное и афелийное расстояния.
- Подсчитайте эксцентриситет орбиты.

Эксперимент 27. Геостационарный спутник

Факты. Геостационарный искусственный спутник Земли представляет собой космический аппарат, который движется вокруг планеты в восточном направлении (в том же, в каком вращается сама

Репозиторий ВГУ

Земля), по круговой экваториальной орбите с периодом обращения, равным периоду собственного вращения Земли (рис. 195).

Из-за кажущейся неподвижности и большой высоты 35 786 км, с которой видна почти половина поверхности Земли, на геостационарную орбиту выводят спутники-ретрансляторы для телевидения, радио и коммуникаций – рис. 196.

Рис. 195. **Геостационарная орбита спутника связи**

Цель. Показать, как образуется геостационарная орбита искусственного спутника Земли.

Оборудование и материалы. Шпагат или верёвка длиной (2–3 м). Офисный стул. Помощник.

Рис. 196. **Спутники связи (видео 26 мин 23 с)**

Инструкция.

- Сядьте на поворачивающийся стул и возьмите в руки один конец верёвки, второй конец верёвки пусть возьмёт помощник.
- Помощник отойдёт от вас на длину верёвки и начнёт по кругу обходить поворачивающийся стул, так чтобы во время движения Вы смотрели друг на друга (рис. 197).

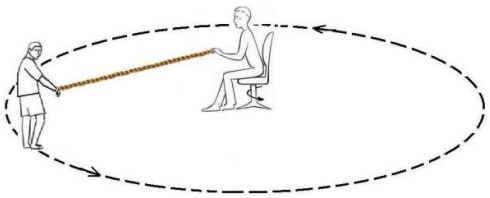


Рис. 197. **Демонстрация орбиты геостационарного спутника**

Результаты. Помощник движется по кругу значительно быстрее, чем экспериментатор поворачивается на стуле. Период обращения стула («Земля») равен периоду обхода помощника по кругу.

Объяснение. Геостационарная орбита – круговая орбита, расположенная над экватором Земли (0° широты), находясь на которой, искусственный спутник обращается вокруг планеты с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения Земли вокруг оси, и постоянно находится над одной и той же точкой на земной поверхности. Таким образом, если смотреть с Земли

Репозиторий ВГУ

на геостационарный спутник, мы будем видеть его неподвижно висящим над нами в одном и том же месте.

Геостационарные спутники располагаются над Землёй на высоте 35786 км. Именно такая высота обеспечивает спутнику период обращения, равный периоду вращения Земли. С увеличением высоты орбиты, на которой находится спутник, увеличивается и период его обращения по данной орбите. Поэтому эти спутники всё время находятся над одной точкой на экваторе.

Для сведения. В действительности положение геостационарного спутника на орбите всё-таки не является неизменным: он испытывает незначительный «дрейф» под воздействием тяготения других небесных тел, вызывающих изменение орбиты. При этом изменение положения орбиты за год может достигать 0,92.

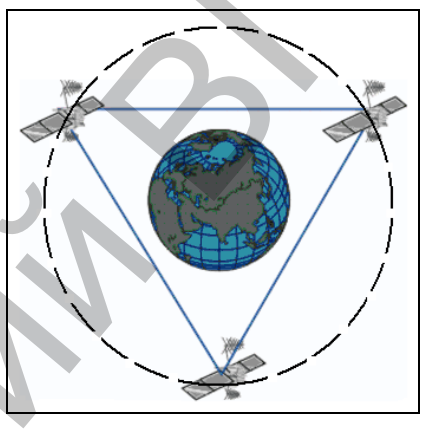


Рис. 198. **Система из трёх спутников обеспечивает охват почти всей земной поверхности**

Зоны взаимной видимости земных станций через спутники на геостационарной орбите, расположенные под углом 120°, показаны на рис. 198. Система, состоящая из трех спутников этого типа, способна обеспечить охват почти всей земной поверхности. Вместе с тем связь через геостационарные спутники характеризуется большими задержками в распространении сигнала. При высоте орбиты около 36 тыс. км и скорости света примерно 300 000 км/с ход луча «Земля–спутник» требует около 0,12 с.

Геостационарная орбита является наиболее привлекательной, выгодной для решения многих научных, народно-хозяйственных, военных, навигационных, коммерческих и иных задач. Около 80% активных, функционирующих искусственных спутников дислоцируются на таких орбитах.

Геостационарную орбиту следует отличать от геосинхронной орбиты (рис. 199).

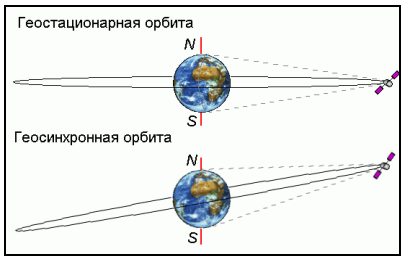


Рис. 199. **Отличие спутников с геостационарной и геосинхронной орбитами**

Геосинхронная орбита – такая орбита, для которой период обращения спутника равен периоду осевого вращения центрального тела, но её плоскость не совпадает с плоскостью экватора центрального тела.

Репозиторий ВГУ

Для искусственных спутников Земли, вышедших из строя, существуют орбиты захоронения – отдельный класс орбит, специально предназначенный для увода на них спутников, чтобы уменьшить вероятность их столкновения с работающими спутниками и для освобождения места новым спутникам. Орбитой захоронения считается орбита, на 200 км выше орбиты геостационарного спутника.

Вопросы:

1. Спутники на относительно небольших высотах испытывают торможение со стороны атмосферы. Опишите механизм торможения спутника с эллиптической орбитой.

Если орбита эллиптическая, то результат действия сопротивления атмосферы будет следующим: максимальное сопротивление искусственный спутник Земли будет испытывать в перигее, а минимальное – в апогее. Сопротивление атмосферы слабо меняет высоту перигея, но уменьшает высоту апогея – в результате эллиптичность орбиты уменьшается, и спутник начинает спуск по спирали. На рис. 200 показано снижение спутника в случае эллиптической орбиты.

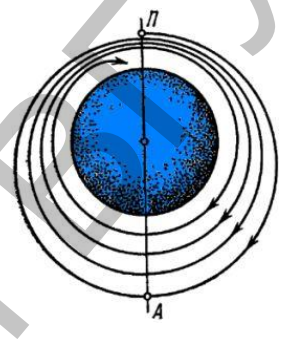


Рис. 200. **Снижение спутника в атмосфере**

2. Возможен ли запуск искусственного спутника Земли с орбитой, проходящей через оба полюса?

Спутник MetOp-A стал первым полярным спутником Европейского космического агентства, предназначенным для метеорологических целей. Такая орбита позволяет получать более чёткие снимки всей планеты в отличие от спутников Meteosat, помещённых на очень высокие геостационарные орбиты (напомним, «висящих» над определенной точкой земной поверхности) и снимающих лишь половину земного шара. Данные, полученные с таких спутников, позволяют проводить мониторинг климата и повысить точность прогнозирования погоды.

Эксперимент 28. Ракета

Факты. Почему летит птица? Крылья загребают воздух и толкают его назад, соответственно птица движется вперёд. Почему летит самолет или движутся аэросани? Потому что у них двигатель работает и вращает воздушный винт. Винт «врезается» в воздух, и тянет эти аппараты вперёд. Если нет воздуха, то самолёт не полетит. Ясно, что

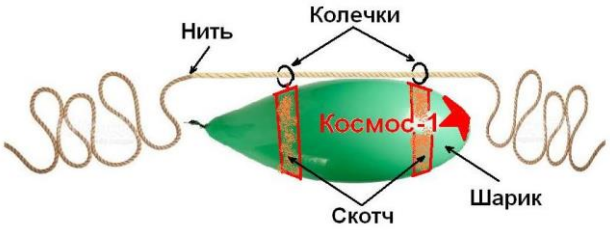


Рис. 201. **Устройство «ракеты»**

Репозиторий БГУ

в безвоздушном пространстве самолёты летать не могут, для этого нужны ракеты. Почему же летит ракета?

Цель. Показать принцип действия ракеты.

Оборудование и материалы. Воздушный шарик. Прочная нить длиной 4–5 м. Два небольших колечка. Скотч.

Инструкция.

- Сделаем «ракету». Для этого надуйте шарик, затем в двух местах по поперечнику сделайте две стяжки из скотча (липкой стороной к шарику). К скотчу прикрепите колечки. Одновременно на шарике можно сделать надписи или рисунки. Вместо колечек можно взять трубочку для коктейля.
- Сквозь колечки ракеты (или прикреплённую трубочку для коктейля) пропустите заготовленную нить или тонкую проволоку (рис. 201).
- Между двумя стульями (или подходящими предметами) натяните нить.
- Надуйте шарик, придерживая пальцами надувное отверстие, передвиньте шарик к одному из концов нити, освободите выход воздуха.

Результаты. Струя воздуха вырывается из шарика назад, а сам шарик («ракета») вдоль нити летел вперед, пока не закончился запас воздуха (рис. 202).

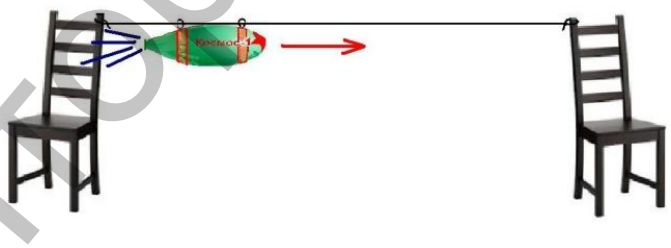


Рис. 202. **Полёт «ракеты»**

Объяснение. На Луну может долететь только ракета. При сгорании топлива получается много горячих газов. Из сопла ракеты газы вырываются сильной струей. За ракетой от газов остаётся огненный хвост. Ракета отталкивается от выбрасываемых газов: она сама себя толкает. Для того, чтобы двигаться вперёд, нужно от чего-то отталкиваться. У ракеты всё то, что заставляет её лететь вперёд, но само вещество летит назад. В нашем эксперименте ракета отталкивалась от сжатого воздуха, который в течение некоторого времени выбрасывался наружу; от чего и приводилась модель ракеты в движение. Вместо воздуха могла быть, например, вода.

Для сведения. В основу действия ракетных двигателей положен третий закон Ньютона. Историческая формулировка этого закона говорит, что любому действию всегда есть равное и противоположное противодействие, проще говоря, реакция. Поэтому и двигатели такие называются реактивными.

Репозиторий ВГУ

Скорость ракеты тем больше, чем больше скорость выброшенного газа и чем больше его масса. Реальная скорость ракеты будет значительно меньше, поскольку вблизи Земли заметное сопротивление воздуха и топливо сгорает не сразу полностью, а постепенно. При этом масса ракеты также уменьшается постепенно. Законы движения тел переменной массы намного сложнее. Они были исследованы учёными И.В. Мещерским и К.Э. Циолковским.

Полезная нагрузка, выводимая в космос, составляет лишь незначительную долю массы ракеты. Ракеты-носители главным образом «транспортируют» себя, то есть собственную конструкцию: двигатели и топливные баки, а также топливо, необходимое для дальнейшей их работы. Топливные баки и ракетные двигатели находятся в разных ступенях ракеты и, как только они вырабатывают свое топливо, то становятся ненужными. Чтобы не нести лишний груз, отработавшие ступени и пустые баки отделяются от ракеты.

Рис. 203. **«Мотор» для космоса (видео 7 мин 6 с)**

QR-код на рис. 203 позволяет посмотреть фильм телестудии Роскосмоса о новых импульсных реактивных двигателях.

Вопросы:

1. С какой целью ракеты конструируют многоступенчатыми?

Казалось бы, что как только ракета вышла в космос, то цель достигнута (космос начинается уже на высоте примерно 100 км). Но целевая орбита космического аппарата или полезного груза может быть гораздо выше орбиты, от которой начинается космос. Например, геостационарная орбита, на которой размещаются телекоммуникационные спутники, расположена на высоте 35786 км над уровнем моря, а для этого и нужен ещё один разгонный блок, который является дополнительной ступенью ракеты. Для перемещения космического аппарата на целевую орбиту или направления его на отлётную, разгонный блок должен иметь возможность выполнить один или несколько маневров, при совершении которых изменяется скорость полёта. Для этого необходимо каждый раз включать двигатель.

2. Как осуществляется защита экипажа в случае возникновения аварийных ситуаций при запуске космической ракеты?

Аварийные ситуации происходят в основном во время запуска ракет. При запуске ракеты экипаж находится в специальной капсуле в головной её части. В случае возникновения экстренной ситуации эта часть ракеты «отстреливается» от основного источника опасности с баками топлива и двигателями и уводится в сторону от места аварии. После этого осуществляется парашютный спуск. Если полёт проходит нормально, то после достижения безопасной высоты система аварийного спасения как ненужная отделяется от ракеты-носителя.

Репозиторий ВГУ

Эксперимент 29. Радиус Земли

Факты. Широко известен метод определения размера Земли, проведённый греческим астрономом Эратосфеном, который жил в 278–196 годы до нашей эры. Эратосфен придерживался учения Пифагора и Аристотеля о шарообразности Земли. Учёный уже знал, что всякую окружность, в том числе и окружность земного шара, можно измерить. Для этого нужно было вычислить величину части окружности (дуги) земного шара и подсчитать, сколько раз эта часть укладывается в полной окружности.

Подробнее об измерении размеров Земли Эратосфеном на рис. 204.

В нашем эксперименте мы повторим на модели метод измерения радиуса Земли, предложенный выдающимся среднеазиатским ученым Абу Рейхан Бируни (973–1048). Этот метод измерения размера Земли, в отличие от метода Эратосфена, не требует астрономических наблюдений.

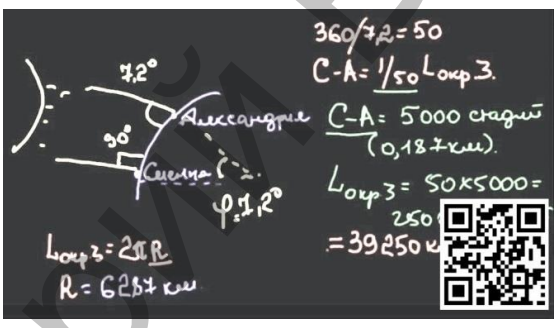


Рис. 204. **Определение размеров Земли Эратосфеном (видео 4 мин 16 с)**

Для измерения по методу Бируни нужно найти высокую гору, поднимающуюся над берегом моря или плоской равниной, и определить с помощью геодезических методов ее высоту h по отвесу. Затем, поднявшись на вершину горы, следует определить угол α между направлением на линию горизонта и перпендикуляром к отвесу. По этим двум параметрам (h и α) и рассчитывается диаметр Земли.

Цель. На модели провести измерение радиуса Земли по методу Бируни.

Оборудование и материалы. Стандартный лист бумаги. Циркуль. Миллиметровая линейка. Транспортир. Карандаш.

Инструкция.

- На листе бумаги циркулем вычертите круг (это будет «Земля»).
- Из центра круга проведите радиус R и немного продлите его за пределы «поверхности» Земли (на расстояние h); это будет какая-то воображаемая естественная возвышенность над поверхностью Земли (рис. 205).
- С «возвышенности» высотой h проведите касательную к кругу, то есть к «поверхности» Земли.

Репозиторий ВГУ

- Перпендикулярно к линии ($R + h$) с «вершины» возвышенности проведите ещё одну прямую.
- Используя чертёж и произведя элементарные математические выкладки, можно получить формулу для определения радиуса Земли: $\frac{R}{R+h} = \cos\alpha$.
- Рассчитайте радиус модели «Земли» по измерениям угла α и высоты h.

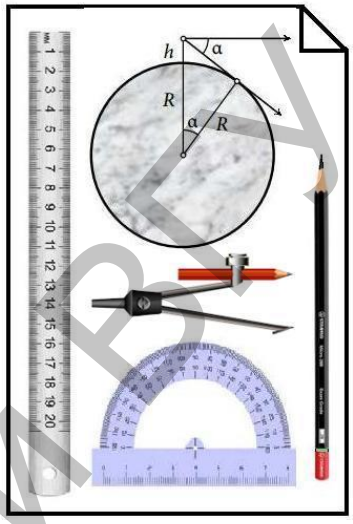


Рис. 205. **Инструменты, необходимые для определения радиуса Земли**

Результат. Если Вы тщательно провели измерения и правильно проделали вычисления, то в результате получите радиус окружности (модели «Земли»). При удвоении радиуса – получите диаметр.

Объяснение. Перепишем исходную формулу в виде: $R = \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}h$. Тогда диаметр круга будет: $D = 2R$. Подставьте в формулу измеренные значения h и α. Сравните полученный результат с диаметром круга на чертеже.

Бируни произвёл соответствующие измерения, находясь в Индии в крепости Нандна. Недалеко от крепости возвышалась гора, высоту которой Бируни определил в 650 локтей. При наблюдении с её вершины линия визирования опустилась от горизонтали на 0°34'; косинус этого угла равен 0,99995. Радиус Земли, рассчитанный по этим данным, примерно равен 13 000 000 локтей. Поскольку в одной миле, которой пользовался Бируни, содержится 4000 локтей; отсюда радиус Земли – 3250 миль.

Для сведения. Миля применялась в ряде стран в древности, а также во многих современных странах до введения метрической системы мер. Ещё в XVIII веке в Европе было 46 различных единиц измерения, называвшихся милями. Величина мили различна в разных странах и колеблется от 0,58 км до 11,3 км. Британская миля и американская в наше время примерно равны 1,6 км. Таким образом, радиус Земли по измерениям Бируни равен 3250 × 1,6 = 5200 км (по современным данным средний радиус Земли 6371 км).

Определение размеров Земли в современных условиях состоит в том, что по меридиану измеряют некоторую дугу – в линейных мерах и в градусах. Определяют также разность географических широт этих пунктов астрономическим способом (например, по разности высот Полярной звезды в этих пунктах).

Репозиторий ВГУ

Масштабные градусные измерения были выполнены в прошлом столетии русскими учёными под руководством В.Я. Струве (рис. 206).

Вопросы:

1. Почему, когда мы рассматриваем радиус Земли, то всегда говорим, что это средний радиус Земли и он равен 6371 км?

В действительности Земля не идеальный шар. Земля имеет форму сплющенного сфероида, и имеет выпуклости вокруг экватора. Это связано с её вращением. Из-за выпуклости вокруг экватора диаметр Земли на экваторе на 43 км больше, чем у полюсов.

Рис. 206. **Геодезическая дуга Струве в Беларуси (видео 13 мин 8 с)**

2. У Циолковского среди философских работ есть статья «Пифагор (Фантазия)», написанная в 1920 году, в которой Пифагору в споре о шарообразности Земли возражает оппонент следующим образом: «Ты говоришь, что Земля похожа на шар. Как можно с этим согласиться! Шар гладок, а мы видим кругом себя бесчисленные неровности, пропасти и горы. Ты скажешь, что это только вблизи, а издали Земля также шарообразна, как мячик. Но вот взойдём отсюда на самую высокую гору и посмотрим кругом. Опять мы видим неровности и громадную площадь. Скорее Земля похожа на поверхность круглого стола с кучами камней». Какой ответ Вы бы дали оппоненту?

Самая высокая точка на Земле, гора Эверест (8848 м над уровнем моря) расположена в Гималаях. Марианская впадина (10994 м ниже уровня моря) находится в Тихом океане и является самой глубокой точкой на Земле. Даже такие высоты и глубины являются маленькими морщинами на фоне всей поверхности земного шара.

Эксперимент 30. Сжатая Земля

Факты. Одним из первых высказал мысль о шарообразности Земли древнегреческий математик и философ Пифагор (ок. 570–500 до н.э.). Более поздние исследования показали, что Земля представляет собой сплюснутый сфероид, то есть не правильный шар, а немного сжатый с полюсов (эллипсоид). Расстояние от Южного до Северного полюса равно 12 713,505 км, диаметр Земли на экваторе – 12 756,274 км, что на 42,769 км больше.

Репозиторий ВГУ

Цель. Экспериментально показать, как вращение влияет на форму предмета и почему Земля сплющена по направлению своей оси.

Оборудование и материалы. Плотная бумага. Ножницы. Спица. Трубочка для коктейля. Пуговица. Клей.

Инструкция.

- Из плотной бумаги вырежьте полоску шириной 1,0–1,5 см и длиной около 20 см. Склейте полоску бумаги в кольцо.
- На стыке кольца и в противоположной ему стороне проделайте небольшие отверстия так, чтобы спица свободно проходила сквозь них.
- Примерно на середине спицы жёстко закрепите небольшую пуговицу – это подпятник импровизированного подшипника, вокруг которого должно вращаться бумажное кольцо.
- Приклейте подпятник подшипника к кольцу. На выступающий конец спицы наденьте кусок трубочки для коктейля (рис. 207). Кольцо на спице проворачиваться не должно, оно может только вращаться вместе со спицей.
- Держа надетую на спицу трубочку левой рукой, пальцами правой руки с силой крутаните спицу. Она завертится вместе с бумажным кольцом. Не давая спице остановиться, быстро подкручивайте её пальцами – рис. 208. Для более интенсивного вращения на выступающий кончик спицы намотайте небольшой кусочек изоляционной ленты или лейкопластыря.

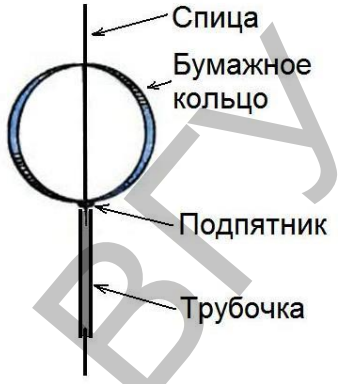


Рис. 207. **Изготовление прибора для демонстрации сжатия Земли**

Рис. 208. **Вращение кольца, надетого на спицу**

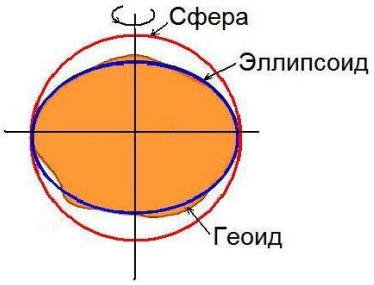


Рис. 209. **Эллипсоид и геоид**

Результаты. При быстром вращении изменяется форма вращающегося кольца. Вращающееся кольцо, как и наша Земля,

Репозиторий ВГУ

не избежали изменения формы. Кольцо несколько расширилось по «экватору» и сжалось по «полюсам» (вдоль спицы).

Объяснение. Из-за вращения вокруг своей оси и возникающей при этом центробежной силы, Земля немного сплюснута у полюсов. Такой сплюснутый у полюсов шар называется сфероидом или эллипсоидом вращения. В действительности фигура Земли ещё сложнее. Она отклоняется от правильной формы сфероида из-за неоднородного строения недр и неравномерного распределения массы. Истинная геометрическая фигура Земли называется геоидом («землеподобным») – рис. 209.

Детальные измерения с помощью искусственных спутников показали, что Земля сжата не только на полюсах, но и по экватору – наибольший и наименьший радиусы по экватору отличаются на 210 м. Земной эллипсоид несимметричен и по отношению к экватору – Южный полюс расположен к экватору немного ближе, чем Северный.

Для сведения. Физическая поверхность Земли, осложнённая горами и впадинами, не совпадает и с поверхностью геоида, отступая от него на несколько километров. Сила тяжести постоянно стремится выровнять поверхность Земли, привести её в соответствие с поверхностью геоида.

Разные минералы, спрятанные под поверхностью Земли, имеют разную плотность – и по-разному притягивают к себе тела. Поэтому сведения, где и как сила притяжения отклоняется от нормы, позволяют узнать довольно многое про внутреннее устройство планеты. На рис. 210 показана объёмная карта гравитационного поля нашей планеты. Её построили по наблюдениям спутника GOCE, принадлежащего Европейскому космическому обществу и запущенного в марте 2009 года с российского космодрома Плесецк.

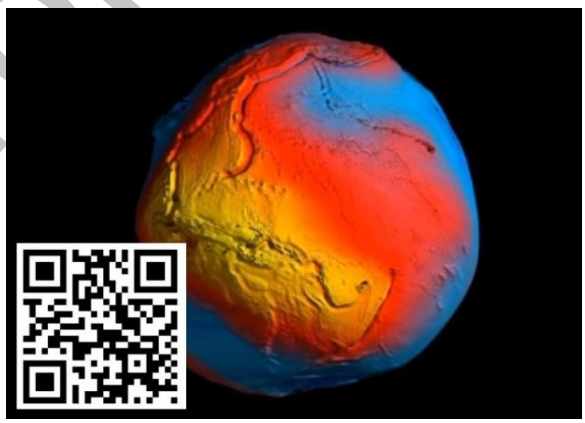


Рис. 210. **Объёмная карта гравитационного поля Земли**

Предполагается, что комплекс вращательных движений, совершаемых нашей планетой вокруг своей оси, вокруг Солнца и вокруг центра Галактики находит своё отражение в геологических процессах, в частности движении тектонических плит. На протяжении миллионов лет постоянно меняются очертания континентов (рис. 211).

Репозиторий ВГУ

Вопросы:

1. Как можно получить геометрическое тело эллипсоид?

Эллипсоид – это фигура вращения в трёхмерном пространстве, образованная при вращении эллипса вокруг одной из его главных осей (рис. 212).

2. Характерно ли сжатие по направлению полюсов, подобное как у Земли, для других небесных тел?

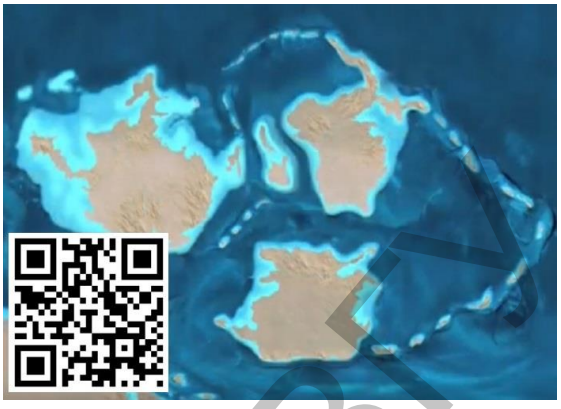


Рис. 211. **Движение тектонических плит Земли (видео 3 мин 18 с)**

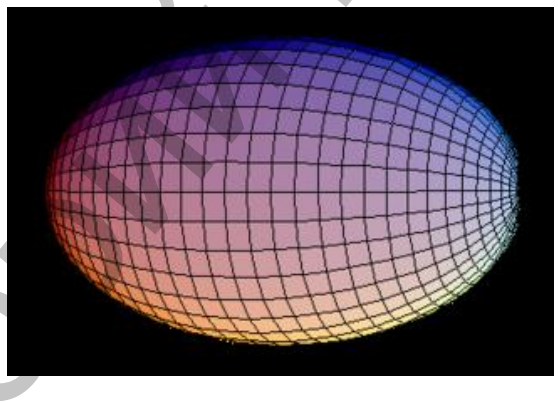


Рис. 212. **Эллипсоид вращения**

В 1822–1827 годы русский астроном В.Я. Струве организовал и руководил измерением дуги меридиана, рекордной для того времени длины – свыше 25° на огромном пространстве от Ледовитого океана до устья Дуная (см. эксперимент 29). До этого также проводились масштабные измерения дуги меридиана. Французская академия наук снарядила две экспедиции. В 1735 году одна из них отправилась проводить астрономические и геодезические работы в Перу (экспедиция работала в этом экваториальном районе Земли около 10 лет). Другая экспедиция трудилась в 1736–1737 годах вблизи Северного полярного круга. В результате выяснилось, что длина дуги одного градуса меридиана неодинакова у полюсов Земли и у её экватора. Градус меридиана оказался у экватора длиннее, чем в высоких широтах (111,9 км и 110,6 км). Так было доказано, что Земля сжата у полюсов и представляет собой не шар, а тело, близкое по форме к сфероиду. Великий Исаак Ньютон (1643–1727) предвосхитил результаты экспедиций: он сделал правильный вывод о том, что Земля сжата, так как наша планета вращается вокруг оси. Чем быстрее вращается планета, тем больше должно быть её сжатие. Например, сжатие Юпитера больше, чем Земли (Юпитер успевает сделать оборот вокруг оси по отношению к звёздам за 9 ч 50 мин, а Земля только за 23 ч 56 мин).

Эксперимент 31. Диаметр Луны

Факты. Определение размеров небесных тел всегда занимало людей, интересующихся астрономией. С древних времен человек наблюдал за небом и пытался составить представление о видимых на нём объектах. Астрономам необходимо не только знать диаметр небесных тел в километрах, но также их угловые размеры.

Репозиторий ВГУ

После установления размера Земли следующим вполне логичным вопросом стало определение размера Луны.

Астрономам из Александрии были известны весьма точно размеры Земли, Луны и расстояния до Луны. Имелась очень грубая оценка расстояния до Солнца. Однако совсем не были известны расстояния до планет и до звёзд. Они знали только, что планеты находятся дальше, чем Луна, а звёзды дальше Солнца и планет.

Угол, под которым мы наблюдаем космическое тело, называется его угловым диаметром. Угловой диаметр Луны и Солнца можно выразить в радианах или в градусах.

Определение видимых размеров Луны в небе можно провести путем сравнения с земными предметами. Мы можем приблизительно сравнить видимые размеры Луны с размерами, например, небольшого диска, помещённого на некотором расстоянии от наших глаз.

Цель. Методом сравнения определить угловой диаметр и линейный размер Луны.

Оборудование. Диск (d = 0,5 см) из любого непрозрачного материала. Метровая линейка.

Инструкция.

- Прикрепите подготовленный диск клеем или пластилином к какой-либо подставке (булавка, спичка, зубочистка и т.п.) так, чтобы за подставку можно было держать диск.
- Выберите для эксперимента вечер, когда на небе видна полная Луна. Станьте так, чтобы Луна попала в поле зрения.
- За подставку держите диск перед глазами в вытянутой руке, придвигая или отодвигая его от себя, добейтесь такого положения, чтобы диск полностью закрыл Луну.

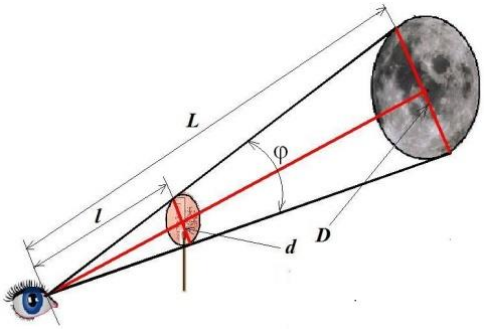


Рис. 213. **Определение диаметра Луны методом сравнения**

- Пусть помощник измерит расстояние (l) от глаза до диска (рис. 213).
- Считая известным расстояние от Земли до Луны (L), подсчитайте линейный диаметр Луны (D).
- Подсчитайте угловой диаметр (φ) Луны.

Результат. Если между глазом и Луной поместить небольшой предмет (диск), то можно подобрать такое расстояние от глаза до диска, что видимые диаметры Луны и диска будут совпадать. При диаметре диска 0,5 см расстояние от глаза до диска оказалось равным

Репозиторий ВГУ

l = 55 см. Естественно, что при других размерах диска, расстояние l будет иным.

Объяснение. Зная диаметр диска и его расстояние до глаза, и вычисляя их отношение, можно определить отношение видимого диаметра Луны и её расстояния до наблюдателя (исходя из подобия треугольников) – см. рис. 31.1: $\frac{D}{L} = \frac{d}{l}$. Откуда $D = \frac{L \cdot d}{l} = \frac{384400000 \cdot 0{,}005}{0{,}55} \approx 3500000$ (м) или 3500 км.

Если отрезок длиной D перпендикулярен линии наблюдения (является серединным его перпендикуляром и находится на расстоянии L от наблюдателя), то формула для углового диаметра этого отрезка будет выглядеть следующим образом: $2\,arc\,tg\,\frac{D}{2L}$. Если размер тела D мал по сравнению с расстоянием от наблюдателя L, то угловой размер (в радианах) определяется отношением $\frac{D}{L}$, так как $tg\varphi \approx \varphi$ для малых углов.

При удалении тела от наблюдателя (увеличении L), угловой размер тела уменьшается.

Угловой размер Луны в радианах $\frac{D}{L} = \frac{3500\text{ км}}{384400\text{ км}} \approx 0{,}009$ рад или 0,52°. Более точные расчёты дают средний видимый угловой диаметр Луны 31′05″ (вследствие эллиптичности лунной орбиты угловой размер изменяется от 29′24″ до 33′40″).

Для сведения. В градусной мере измерения углов за единицу принимается поворот луча на 1/360 часть одного полного оборота. Полный оборот составляет 360° (например, при движении часовой стрелки). Градус делится на 60 минут (обозначение «′»). Минута делится на 60 секунд (обозначение «″»).

В радианной мере измерения углов принимается за единицу измерения острый угол, под которым видна из центра окружности её дуга, равная по длине радиусу окружности (рис. 214). Такой угол называется радиан (1 рад = 57°17′45″).

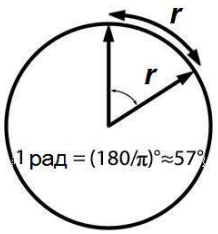


Рис. 214. **Радиан**

Вопросы:

1. Угловой диаметр Луны меняется вследствие эллиптичности лунной орбиты. Будут ли отличаться результаты измерений диаметра Луны, когда она находится высоко над горизонтом и у линии горизонта?

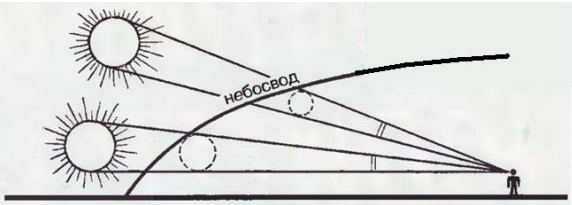


Рис. 215. **Вид на Луну под разными углами**

Репозиторий ВГУ

Наверное, все обращали внимание на то, что, когда Солнце поднимается из-за горизонта или, наоборот, опускается к нему, оно кажется очень большим. Точно так же Луна и созвездия у горизонта кажутся в два-три раза больше, чем в верхней кульминации. Действительно, Солнце и Луна у горизонта всегда кажутся нам в несколько раз бо́льшими, чем вдали от него. Вместе с тем точные измерения показывают, что реальные угловые размеры этих тел на небе меняются совсем незначительно. Следовательно, мы имеем дело с иллюзией. Степень кажущегося увеличения размеров Луны и Солнца у горизонта может зависеть от условий наблюдений (например, на форму светил у горизонта оказывает явление атмосферной рефракции).

2. Как объяснить, почему при наблюдении Луны и Солнца у горизонта возникает иллюзия, будто они увеличиваются в размерах, но угловой их размер практически не меняется?

Небосвод у горизонта (в силу особенностей нашего зрения) кажется расположенным от нас дальше, чем над нами. Поэтому, когда светило находится у горизонта, то мы относим его к бо́льшему расстоянию от нас, чем тогда, когда оно наблюдается высоко над нами. Но так как угол, под которым видно светило, в обоих случаях почти одинаков, то его диаметр у горизонта кажется больше (рис. 215).

Рис. 216. **Подборка задач об атмосферной рефракции (web-страница)**

С подборкой задач и вопросов об атмосферной рефракции можно ознакомиться в презентации А.О. Новичонка (рис. 216).

Эксперимент 32. Горизонтальный параллакс. Расстояние до Луны

Факты. Слово «параллакс» имеет греческое происхождение и означает «смена, чередование, уклонение». В современном толковании параллакс – это изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя.

Явление параллакса широко используется в астрономии и геодезии. На явлении параллакса основано бинокулярное зрение (то есть стереоскопическое – объёмное – восприятие изображения двумя глазами).

Цель. Понять сущность явления параллакса. Рассмотреть понятие горизонтального параллакса.

Оборудование и материалы. Карандаш и шариковая ручка. Пластилин.

Репозиторий ВГУ

Инструкция.

- С помощью пластилина зафиксируйте карандаш на столе в вертикальном положении.
- Возьмите в руку шариковую ручку (держите её вертикально, как будто у вас в руке флажок) и станьте на удалении от стола напротив вертикально закреплённого карандаша.
- Максимально вытяните руку с шариковой ручкой в сторону карандаша на столе.

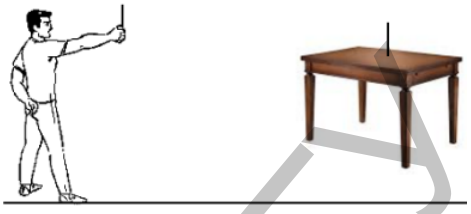


Рис. 217.
Смещения изображения предметов

- Закройте левый глаз и посмотрите правым глазом на кончик шариковой ручки в руке и совместите видимые изображения ручки и карандаша; затем закройте правый глаз и уже левым глазом посмотрите на кончик шариковой ручки в руке (рис. 217).
- Немного согните руку с шариковой ручкой так, чтобы он приблизился к Вашим глазам примерно наполовину от прежнего состояния, и снова посмотрите на карандаш на столе попеременно, то левым, то правым глазом (как в предыдущем случае).
- Во время эксперимента не двигайте рукой с зажатой шариковой ручкой и не поворачивайте голову. Обратите внимание, как перемещался кончик шариковой ручки в руке относительно карандаша на столе.

Результат. В тот момент, когда закрывается один глаз и открывается другой, кончик шариковой ручки в руке смещается в сторону по отношению к карандашу на столе. Чем ближе находится шариковая ручка к глазам, тем больше видимое смещение кончика шариковой ручки по отношению к карандашу на столе.

Объяснение. Смещение происходит потому, что наши глаза расположены на некотором расстоянии друг от друга (в среднем около 6 см). Когда Вы попеременно закрываете то один, то другой глаз, Вы смотрите на карандаш из разных точек пространства.

Такое кажущееся смещение называется *параллаксом*. Если же карандаш отнести на большое расстояние от глаз, то параллакс не будет заметен. Получается, что близко расположенный предмет имеет большой параллакс, а удалённый предмет имеет очень маленький параллакс, практически незаметный. Если бы наши глаза были расставлены шире, то это увеличило бы параллакс.

Репозиторий БГУ

Похожий принцип можно применить и к небесным телам. Например, при поочерёдном наблюдении Луны то одним глазом, то другим она нисколько не сместится. Но предположим, что Луну будут одновременно наблюдать на фоне звёздного неба астрономы из двух обсерваторий, расположенных на расстоянии в несколько сотен километров друг от друга. Первый наблюдатель будет видеть край Луны на определённом угловом расстоянии от какой-то заранее выбранной звезды; второй же наблюдатель будет видеть в ту же минуту тот же край Луны уже на ином угловом расстоянии от той же звезды (рис. 218).

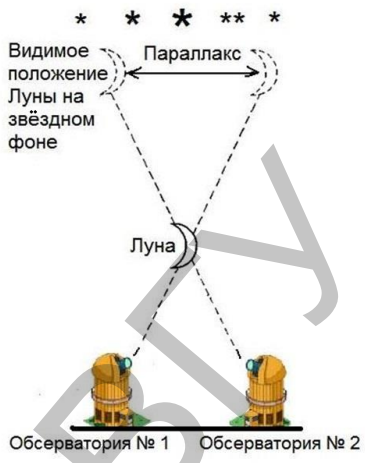


Рис. 218.
Наблюдение параллакса Луны

Если известно смещение Луны по отношению к звёздному фону (при этом расстояние до звёзд предполагается столь большим, что они останутся неподвижными, несмотря на изменение позиции наблюдателя), а также расстояние между обсерваториями, то с помощью несложных тригонометрических формул можно рассчитать расстояние до Луны.

Для измерения расстояний до объектов внутри Солнечной системы точно отмечают на небе положение этого объекта относительно звёзд, которые достаточно удалены. Наблюдения одновременно проводят из двух разнесённых на большое расстояние мест земной поверхности (сотни, тысячи километров). При этом положение объекта относительно звёзд для каждого места наблюдения будет своим. Зная расстояние между точками наблюдения, зная угловое расстояние между положениями объекта для каждой точки, можно узнать расстояние до объекта. Такой способ определения расстояний называют методом горизонтального параллакса. Угол p, под которым со светила виден радиус Земли, перпендикулярный к лучу зрения, называется *горизонтальным параллаксом*. База параллакса при этом равна радиусу Земли (около 6400 км).

Если горизонтальный параллакс p светила S измерен, то расстояние (от центра Земли) до светила $SC = D$ находится простым вычислением. Расстояние до Луны $SC = D = \frac{R}{\sin p}$. Чем больше расстояние до светила, тем меньше угол p. Этот угол равен

Репозиторий ВГУ

параллактическому смещению светила для наблюдателей, находящихся в точках *A* и *B* (рис. 219).

Горизонтальный параллакс Луны составляет 57'. Среднее расстояние от Земли 384 400 км (округлённо 400 000 км).

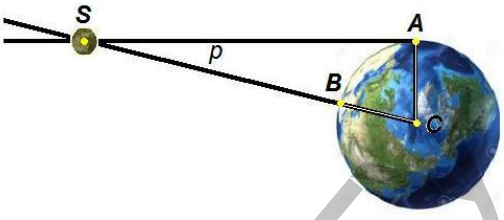


Рис. 219. **Горизонтальный параллакс светила**

Таким образом, видимое смещение более близкого объекта на фоне значительно более далёких объектов при перемещении наблюдателя с одного конца некоторой базы на другой её конец. Если длина базы известна, то параллактический угол позволяет вычислить расстояние до объекта. При фиксированной базе сам параллактический угол служит мерой расстояния до объекта.

Для сведения. Все планеты и Солнце гораздо дальше Луны, их параллаксы составляют секунды дуги.

Для измерения параллаксов светил, лежащих далеко за пределами Солнечной системы, то есть для звёзд, радиус и диаметр Земли в качестве базиса слишком малы.

Рис. 220. **Определение расстояний до звёзд методом годичного параллакса (видео 40 с)**

Для звёзд за базис берут радиус земной орбиты (астрономическую единицу), но для подавляющего большинства звёзд и этот базис оказывается ничтожным, так как они очень далеки от нас. Как определяют расстояния до звёзд, показано в видео (рис. 220).

Вопросы:

1. Если в формуле $D = \frac{R}{\sin p}$ принять R – радиус Земли – за единицу, то в чём получится расстояние D до светила?

Получим расстояние, выраженное в радиусах Земли.

2. Горизонтальный параллакс для Луны равен 57′. Больший или меньший будет параллакс для планет и Солнца по сравнению с Луной?

Планеты и Солнце находятся дальше от Земли, поэтому параллакс будет значительно меньше.

Например, параллакс для планет составляет около 1′, а для Солнца и того меньше – 8,8″.

Репозиторий ВГУ

Эксперимент 33. Уголковый отражатель

Факты. Как только был изобретён лазер, так сразу же возникла идея применить его для точного измерения расстояния до Луны. Луч лазера, посланный в сторону небесного тела, отражается и, возвращаясь на Землю, принимается фотоэлементом (рис. 221).

Измерение происходит следующим образом: импульс излучения лазера направляется в сторону Луны, измеряется интервал времени от момента посылки лазерного луча до приёма отражённого сигнала. Вычисление расстояния производят исходя из скорости света в вакууме и учёта задержки распространения сигнала в земной атмосфере.

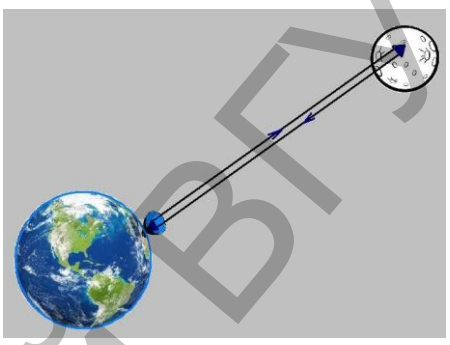


Рис. 221. **Применение лазера для измерения расстояния до Луны**

Применение лазера обусловлено малой расходимостью лазерного луча, высокой интенсивностью освещения цели, а также одноцветностью излучения, что позволяет выделить слабый отражённый сигнал.

Цель. Узнать, как измеряют расстояние до Луны и как работает уголковый отражатель.

Оборудование и материалы. Лазерная указка. Два зеркальца. Скотч. Бумажный экран.

Инструкция.

- Скрепите скотчем два зеркальца так, чтобы они открывались и закрывались как книга.
- Из листа плотной бумаги изготовьте экран так, чтобы его можно было поставить на столе вертикально. Для этого достаточно листок бумаги согнуть под прямым углом.
- Расположите на столе лазерную указку, экран и зеркальную систему, как это показано на рис. 222.

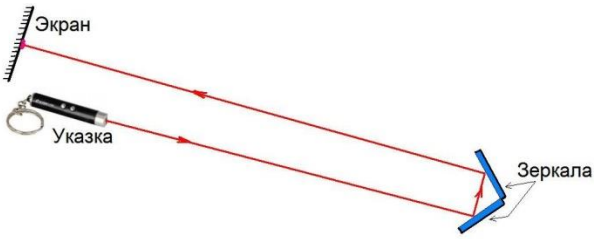


Рис. 222. **Схема эксперимента**

- Включите указку и настройте собранную установку; необходимо чтобы луч указки попадал на одно зеркальце, отражался от него, попадал на второе зеркальце и, наконец, возвращался на бумажный экран.

Репозиторий ВГУ

Результаты. На бумажном экране мы увидим пятнышко света от указки.

Объяснение. Луч лазерной указки, достигнув зеркальной системы, отразился от неё и, повернувшись на 180°, параллельно посланному лучу вернулся к экрану.

На ранних этапах лазерных исследований никаких отражателей луча тогда на Луне не было. Первые уголковые лазерные отражатели были установлены на «Луноходе-1» (1970 год) – рис. 223. Эта панель была собрана из 14 уголковых отражателей. Примечательно, что отражатели возвращают сигнал всегда строго в обратном направлении.

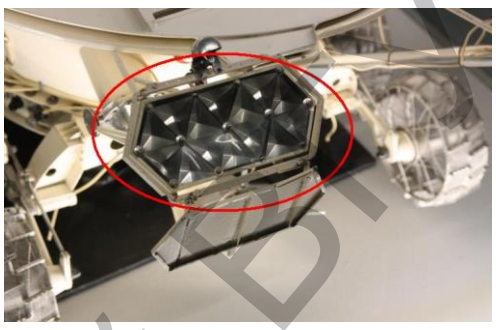


Рис. 223. **Уголковый лазерный отражатель, установленный на «Луноходе-1»**

Отражатель представляет собой три плоские отражающие поверхности, пересекающиеся под прямым углом. Луч света, попавший в такую конструкцию, отразится по одному разу от каждой из трёх сторон и уйдёт в направлении, противоположном исходному (рис. 224). В нашем эксперименте использовался упрощённый уголковый отражатель – с двумя зеркалами.

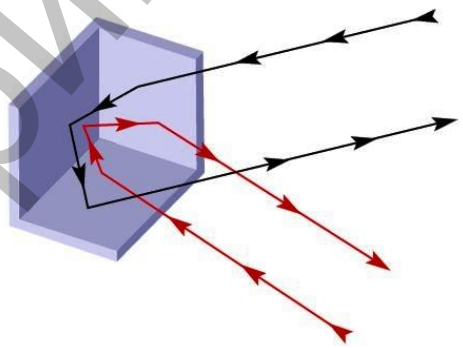


Рис. 224. **Принцип действия уголкового отражателя**

Отражатель не требует электроэнергии и обслуживания. Если на Луне установить отражатель, а на Земле – лазер, оптический телескоп и высокоточные часы, то можно будет регулярно измерять время хода луча до отражателя и обратно. Лазер испускает 10–20 импульсов в секунду, чтобы обеспечить достаточное количество данных для последующей обработки, то есть определять расстояние до Луны. В анимации (рис. 225) показано действие уголкового отражателя «Луноход-1».

Для сведения. В 1962 году советский физик Н.Г. Басов предложил группе сотрудников Крымской научной станции использовать рубиновый лазер для локации Луны. В следующем году на телескопе была смонтирована лазерно-локационная аппаратура, с помощью которой были зарегистрированы отражённые Луной лазерные сигналы.

Репозиторий ВГУ

Первые же простые оценки показали, что лазерные измерения расстояния до Луны позволят существенно уточнить основные параметры Земля – Луна.

Среднее расстояние от Земли до Луны составляет 384403 км. Так как орбита Луны представляет собой эллипс, то ближе всего она к Земле находится в 357104 км, а дальше всего – на расстоянии 406 696 км.

Рис. 225. **Действие уголкового отражателя (видео 1 мин 12 с)**

Полёты к планетам требуют точного знания расстояния до них, поэтому наряду с лазерной локацией применяется радиолокация, уточнившая основные расстояния в Солнечной системе.

Оптические уголковые отражатели нашли применение не только в астрономических исследованиях, но и в навигации, для измерения скорости света в атмосфере, для точного измерения расстояний в строительстве и топографической съёмке, военном деле.

Вопросы:

1. На поверхность, состоящую из двух перпендикулярно расположенных зеркал, падает луч света. Докажите, что падающий и отражённый лучи параллельны.

Используя закон отражения света, строим рис. 226. Получаем, что луч *MN* и отражённый луч *NT* составляют с прямой *OB* равные углы. Тогда из равенства углов следует: $\angle SMN = 180^\circ - 2\alpha$; $\angle MNT = 180^\circ - 2(90^\circ - \alpha) = 2\alpha$. Поэтому $\angle SMN + \angle MNT = 180^\circ$. Следовательно, падающий луч *SM* и отражённый луч *NT* параллельны, что и требовалось доказать.

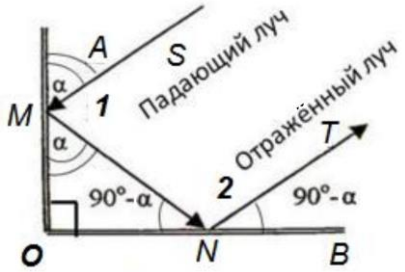


Рис. 226. **Падающий и отражённый лучи на уголковом отражателе**

2. Почему уголковый отражатель, установленный, например, на велосипеде, иногда может не сработать? Как же это может произойти? Ведь он же не имеет электрических компонентов, которые могли б выйти из строя.

Этому могут способствовать ряд причин:

- отражатель может находиться за пределами луча фар автомобиля;

Репозиторий ВГУ

- отражатель может быть сильно наклонён или направлен в сторону, что весьма ухудшает его оптические характеристики;
- глаза водителя могут находиться за пределами узкого конуса света, отсылаемого уголковым отражателем назад к источнику света;
- в тумане отражатель может полностью блокироваться;
- автомобиль может двигаться с невключёнными или неисправными фарами;
- поверхность отражателя может быть покрыта влагой, пылью, что значительно ухудшит его оптические характеристики.

Эксперимент 34. Кольца Сатурна

Факты. Кольца Сатурна первым в 1610 году наблюдал в телескоп Галилео Галилей, хотя он их не идентифицировал как кольца, а посчитал придатками неизвестной природы к планете. Кольца этой планеты оставались уникальными вплоть до 1977 года, когда были обнаружены слабовыраженные кольца также вокруг Урана, Юпитера и Нептуна. При рассматривании Сатурна в телескоп с большим увеличением часть колец кажутся прозрачными (рис. 227) и через них просматривается планета.

Рис. 227. **Кольца Сатурна (web-страница)**

Цель. Понять, почему Сатурн может быть виден сквозь свои кольца.

Оборудование и материалы. Лист плотной белой бумаги. Чёрный маркер. Ножницы. Клей. Канцелярская кнопка. Карандаш с ластиком.

Инструкция.

- Отрежьте от листа три одинаковых полоски (примерно 2 × 20 см).
- По краям полосок симметрично от центра маркером нанесите по три полоски одинаковой толщины.
- Звездообразно сложите, а затем склейте полоски (наподобие винта вертолёта), как это показано на рис. 228.
- Воткните кнопку в центр полосок, а затем закрепите всю конструкцию на ластике карандаша.
- Начните вращать карандаш, а вместе с ним начнут вращаться и «лопасти» из бумажных полосок. Понаблюдайте за вращением.

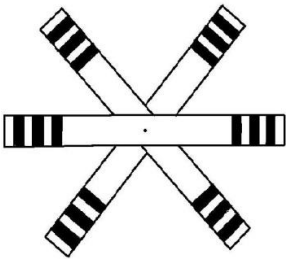


Рис. 228. **Бумажные полоски, подготовленные к эксперименту**

Репозиторий ВГУ

Результаты. При вращении карандаша чёрные полоски образуют три чёрных кольца. Сквозь эти кольца можно видеть находящиеся за «лопастями» предметы.

Рис. 229. **Модель вертолёта с запущенным двигателем**

Объяснение. Подобный эффект можно наблюдать и на радиоуправляемой модели вертолёта (рис. 229) – следует обратить внимание на вращающиеся основные винты и неподвижный малый задний винт.

Зрительный аппарат человека – глаза и проводящие пути (нервные волокна) – тесно интегрированы с мозгом. Глаз представляет собой сложный инструмент, который производит независимую обработку изображения ещё до того, как сигнал достигнет мозга. Мозг совершает автоматическую визуальную обработку с некоторой задержкой.

Рис. 230. **Строение колец Сатурна (рисунок художника)**

Поэтому наш глаз объединяет отдельные чёрные чёрточки «винта» при вращении в иллюзорную видимость тёмных колец. Благодаря этому создаётся стабильное изображение, несмотря на то, что точность картинки немного страдает.

Сами кольца состоят в основном из миллиардов крошечных частиц льда, а также пыли и другого комического мусора. Такой состав объясняет, почему кольца видны с Земли в телескопы – лёд обладает очень высоким показателем отражения солнечного света. Так как кольца Сатурна в основном состоят из обломков льда разных размеров (рис. 230), то поэтому поверхность планеты видна сквозь просветы между отдельными составляющими колец.

Для сведения. Плоскость обращения системы колец совпадает с плоскостью экватора Сатурна. Размер частиц материала в кольцах – от микрометров до сантиметров и (реже) десятков метров. Состав главных колец: водяной лёд (около 99%) с примесями силикатной пыли. Толщина колец чрезвычайно мала по сравнению с их шириной (от 7 до 80 тысяч километров над экватором Сатурна) и составляет от одного километра до десяти метров. Если всё вещество колец собрать в один монолитный шар, то диаметр такого шара не превысил бы 100 км.

Репозиторий ВГУ

Наиболее распространённой теорией для объяснения образования колец является теория о том, что на орбите Сатурна под воздействием приливных сил распался среднего размера спутник, а произошло это в тот момент, когда его орбита стала слишком близкой к Сатурну.

Вопросы:

1. Долгое время после открытия колец Сатурна астрономы считали, что они тонкие и твёрдые. Каким образом было рассеяно это заблуждение?

В 1787 году П. Лаплас на основе расчётов предположил, что колец должно быть много – тысячи или даже миллионы, иначе гравитационное поле их разрушит. Впрочем, он тоже полагал, что кольца сплошные, похожие на гигантские гимнастические обручи. В 1848 году астроном Э. Рош рассчитал минимальное расстояние, на котором спутники могут существовать, не разрушаясь под воздействием гравитационного поля планеты. Это расстояние, названное по имени исследователя «пределом Роша», составляет 2,44 радиуса планеты. Никакие спутники, будь они твёрдые или жидкие, не могут циркулировать над поверхностью небесного тела ближе этого расстояния. Но внешний радиус колец Сатурна равен 2,3 радиуса планеты, то есть кольца находятся внутри критического предела. Отсюда Э. Рош сделал вывод, что кольца не могут быть ни сплошными и ни жидкими, то есть они должны состоять из достаточно мелких твёрдых частиц.

2. Почему и за счёт каких сил каменные обломки астероидов, кусочки льда и космическая пыль превратились в стройную, геометрически правильную систему из нескольких широких и тысяч узких колец Сатурна?

Рассмотрим так называемый гравитационный резонанс. Это явление заключается в том, что движение небольших спутников Сатурна согласовано с движением его крупных спутников. Ряд спутников имеет взаимно кратные орбиты, например, период обращения вокруг планеты одних спутников составляет ровно половину периода обращения других. Поэтому некоторые спутники, их иногда называют «пастухами», двигаясь по границам колец Сатурна, обеспечивают удержание колец на их местах, при этом движение спутников-«пастухов» согласовано с движением крупных спутников. Например, наличие спутника Мимаса диаметром более 390 км обеспечивает отсутствие вещества в «щели Кассини», а спутник Пан «контролирует» разделительную полосу Энке.

Эксперимент 35. «Исчезновение» колец Сатурна

Факты. В 1921 году благодаря некоторым газетам разнёсся сенсационный слух: Сатурн лишился своих колец – кольца исчезли! Мало того, обломки разрушенных колец летят в мировом пространстве по направлению к Солнцу и по пути должны зацепить Землю. Называли даже день, когда должно произойти катастрофическое столкновение…

Репозиторий ВГУ

Конечно, для человека, несведущего в тонкостях движения космических объектов, поводом к возникновению сенсации послужило попросту то, что в названном году кольца Сатурна на короткое время перестали быть видимы, «исчезли», по выражению астрономов. Молва поняла это выражение буквально как физическое исчезновение, то есть как разрушение колец. И, более того, украсила событие дальнейшими подробностями, приличествующими мировой катастрофе; отсюда падение обломков колец к Солнцу и неизбежное столкновение с Землёй.

Цель. Выяснить, чем же обусловливается периодическое исчезновение колец Сатурна?

Оборудование и материалы. Пластилин. Лист плотной бумаги. Цветные фломастеры. Циркуль. Ножницы. Нож.

Инструкция.

- Используя весь перечень оборудования и материалов, изготовьте кольца планеты. Для этого на листе плотной бумаги (и симметрично с обратной стороны) вычертите несколько концентрических окружностей. Раскрасьте фломастерами кольца и промежутки между окружностями в разные цвета (цвета полос должны быть неодинаковыми).
- Из пластилина скатайте шарик. Разрежьте его пополам и половинки прилепите к центру по обе стороны листа. Обрежьте лист по наружному контуру внешнего кольца. «Планета» готова.
- Возьмите «Сатурн» рукой за «кольца», как будто Вы собрались надевать шляпу.
- Расположите «Сатурн» так, как показано на рис. 231 в положении 1. Постепенно начинайте поворачивать «планету» на себя так, чтобы Вы для себя отметили её вид в положениях 1–5.

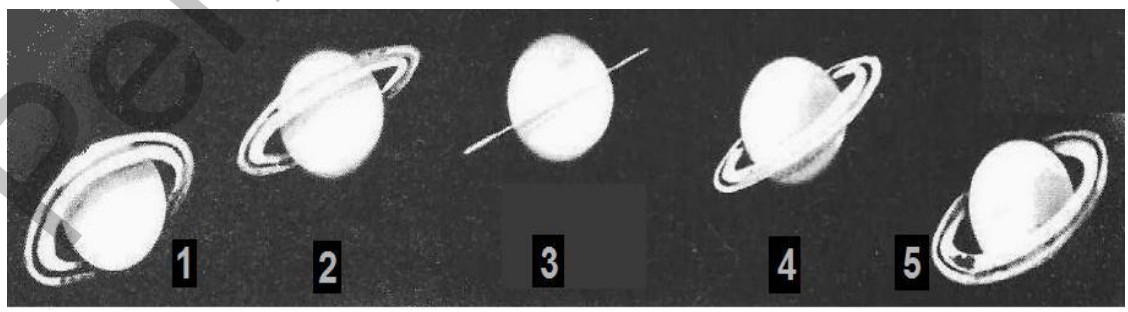


Рис. 231. **Ход эксперимента по «исчезновению» колец Сатурна**

Репозиторий ВГУ

Результаты.

В некоторый момент кольца «исчезнут» (положение 3), а затем снова появятся, но будет виден уже их верх, который был предварительно раскрашен в другой цвет (для убедительности эксперимента). Вначале мы наблюдали нижнюю сторону колец, затем ребро листа и в конце – верхнюю сторону колец.

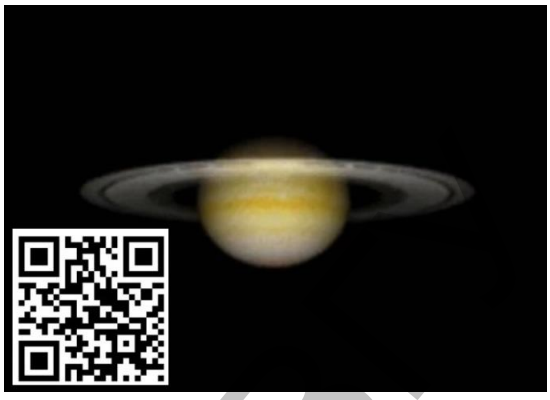


Рис. 232. **«Исчезновение» колец Сатурна (анимация)**

Результаты эксперимента можно посмотреть с помощью анимированного рисунка (рис. 232).

Объяснение.

Кольца Сатурна очень тонки; толщина их измеряется двумя-тремя десятками километров, поэтому для земного наблюдателя они становятся невидимыми, когда будут наблюдаться с ребра.

Кольца Сатурна наклонены к плоскости земной орбиты под углом в 27°, но за время 29-летнего обхода по планетной орбите кольца в двух диаметрально противоположных её точках становятся ребром к Солнцу и к земному наблюдателю (рис. 233). В двух других точках, расположенных на 90° от первых точек, кольца, напротив, показывают Солнцу и Земле свою наибольшую ширину, – «раскрываются», как говорят астрономы.

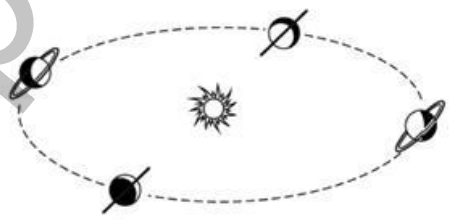


Рис. 233. **Такие положения занимают кольца Сатурна по отношению к Солнцу в течение обращения планеты по орбите**

Вопросы:

1. Как объяснить высокую яркость свечения колец Сатурна?

Сами по себе кольца не светятся. Всё дело в солнечных лучах, отражающихся ото льда.

2. Какова периодичность «исчезновения» колец Сатурна?

Галилей заметил, что кольца меняются ещё 400 лет назад. Он отслеживал их до полного исчезновения. И сейчас мы знаем, что это явление повторяется каждые 14–15 лет и называется «пересечением колец» (так как период обращения Сатурна вокруг Солнца равен 29,67 земного года).

Репозиторий Б

Эксперимент 36. Зима и лето

Факты. Почему зимой холодно, а летом тепло? Многие ответят на этот вопрос кратко: из-за движения Земли вокруг Солнца. Но ответ нужно конкретизировать – почему именно? Казалось бы, всё просто: Земля движется вокруг Солнца не совсем по кругу – в течение года она может быть ближе или дальше от Солнца. Оказывается, что когда у нас лето, Земля на самом деле дальше от Солнца, а когда зима – ближе (парадокс!). В январе Земля отстоит от Солнца на расстоянии 147 млн км, а в июне дальше – 152 млн км.

Чтобы разобраться в причинах смены пор года, проведём эксперимент. В этой ситуации важно учитывать не только то, что мы не только вращаемся вместе с Землёй вокруг Солнца, но и то, что при этом Земля вращается вокруг воображаемой земной оси.

Цель. Показать, почему на Земле последовательно происходит смена пор года: весна–лето–осень–зима.

Оборудование и материалы. Глобус Земли. Лампа без абажура. «Орбита» Земли.

Напомним, что ось глобуса устанавливают не вертикально, а под некоторым углом к горизонтальной плоскости (примерно 66°33').

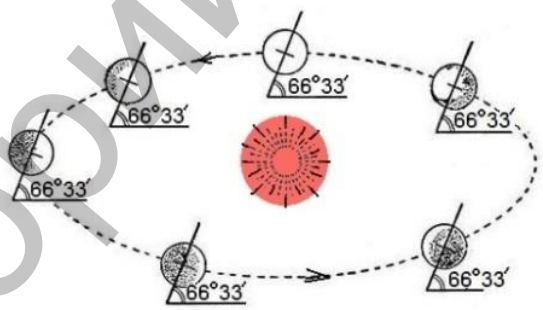


Рис. 234. **Движение Земли по орбите**

Инструкция.

- На широком столе прочертите мелом окружность – траекторию орбиты Земли. Эллипсообразность траектории нет необходимости учитывать.
- В затемнённой комнате установите на прочерченную окружность глобус, а центре расположите включённую электрическую лампочку, которая будет выполнять роль Солнца.
- Начинайте постепенно передвигать глобус по «орбите» таким образом, чтобы воображаемая ось Земли всё время сохраняла одно и то же направление, например, какую-то точку на потолке. При движении Земли вокруг Солнца земная ось наклонена к плоскости своего пути всегда под одним углом (рис. 234). В естественных условиях такой точкой является Полярная звезда.
- Во время «путешествия» глобуса по «орбите» можете слегка поворачивать его вокруг оси, чтобы наблюдать смену дня и ночи (вспомним эксперимент № 6). Земля одновременно участвует в двух движениях: вращается вокруг Солнца (с периодом один год) и вокруг собственной оси (один оборот в течение суток, а за год 365 оборотов).

Репозиторий ВГУ

Результаты. При постоянном сохранении одного и то же направления оси вращения Земли по отношению к плоскости земной орбиты освещённость земного шара изменяется так, как показано на рис. 235.

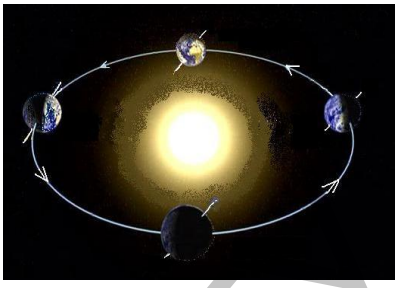


Рис. 235. **Изменение освещённости земного шара в течение года**

Объяснение. Так как земная ось постоянно наклонена к плоскости орбиты, по которой происходит движение планеты, под углом 66°33', поэтому в течение года разные участки земной поверхности получают неодинаковое количество света и тепла. В зависимости от места нахождения Земли на орбите то одно, то другое её полушарие получают то больше, то меньше солнечного тепла и света.

Когда Северное полушарие Земли наклонено в сторону от Солнца, то его лучи падают на Северное полушарие как бы «вскользь» (рис. 236). А в Южном полушарии лучи падают почти «в лоб». Тогда в Северном полушарии наступает зима, а в Южном полушарии в это время, наоборот, – лето.

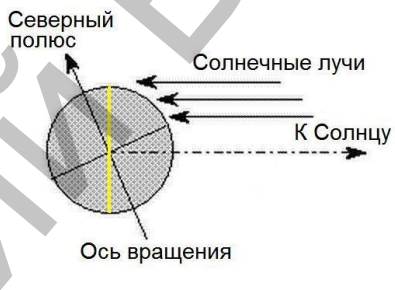


Рис. 236. **Положение Северного полушария летом**

Когда Северное полушарие Земли наклонено в сторону к Солнцу, то наоборот лучи Солнца падают на Северное полушарие «в лоб», а на Южное – «вскользь». Тогда в Северном полушарии наступает лето, а в Южном – наоборот, зима (рис. 237).

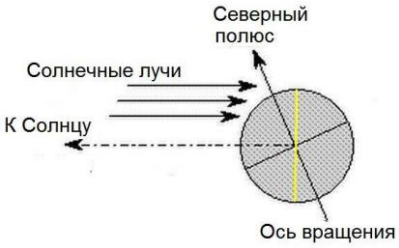


Рис. 237. **Положение Северного полушария зимой**

Кроме того, летом Солнце находится дольше над горизонтом и поэтому имеет больше времени, чтобы разогреть всё вокруг до более высокой температуры, чем зимой.

Результаты наблюдений с учётом падения солнечных лучей обобщает рис. 238, на котором указаны характерные календарные даты смены климатических сезонов на Земле.

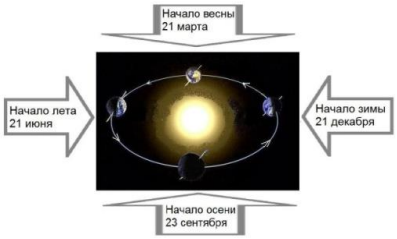


Рис. 238. **Характерные даты смены климатических сезонов**

Репозиторий ВГУ

Итак, ось не меняет своего положения при движении Земли. Наклон земной оси и обращение Земли вокруг Солнца являются причиной смены врёмен года.

С движением Земли по орбите вокруг Солнца и явлениями, сопровождающими это движение, можно ознакомиться в видео (рис. 239).

Рис. 239. **Движение Земли вокруг Солнца (видео 3 мин 26 с)**

Вопросы:

1. Если бы ось Земли располагалась под прямым углом к орбите Земли вокруг Солнца, то как бы это сказалось на временах года?

Не было бы времён года, а все дни были бы одинаковыми. Но эта ось наклонена, в результате Земля вращается вокруг Солнца в наклонном положении. Это положение сохраняется круглый год, а ось Земли всегда направлена в одну точку – на Полярную звезду.

2. Почему на экваторе жители тех мест не знают холодов?

На экваторе солнечные лучи падают отвесно, прямо. Солнце в этих местах приносит больше тепла, поэтому жители этих мест не знают холодов. Там не так резко, как у нас, сменяются времена года, и никогда не бывает снега.

Эксперимент 37. Облака

Факты. На Земле мы привыкли к облакам, которые сначала формируются из водяного пара, а потом распадаются, обрушивая на нас дожди, снег и град.

На рис. 240 показано как выглядит Земля из космоса: облака закрывают часть её поверхности. Оказывается, что на некоторых других планетах Солнечной системы также образуются облака и бывают осадки.

Рис. 240. **Облака на Земле (вид из космоса). Анимация**

Цель. Показать, как образуются облака из водяного пара.

Оборудование и материалы. Стеклянная банка (2–3 литра). Тонкая жестяная крышка на банку. Горячая вода. Лёд.

Репозиторий

Инструкция.

- Налейте в банку около стакана-двух горячей воды (50–60 °С).
- На тонкую перевёрнутую крышку, как на блюдечко положите кубики льда.
- Перенесите крышку со льдом на горлышко банки с горячей водой (рис. 241).

Рис. 241. **«Облако» в банке с горячей водой**

Результаты. Под крышкой в банке образовалось «облако». На внутренних стенках банки образовались потёки воды.

Объяснение. Проведенный эксперимент моделирует процесс формирования облаков при охлаждении тёплого воздуха. Воздух внутри банки, поднимаясь вверх, стал охлаждаться. Содержащийся в нём водяной пар начал конденсироваться, образуя «облако». Часть воды из «облака» осела на стенках банки.

Водяной пар сам по себе не виден, но в земной атмосфере он всегда присутствует. Пар собирается в капельки, если есть частицы – центры конденсации, к которым молекулам водяного пара можно «прилипнуть». Над океанами, например, водяной пар может смачивать частицы соли, над сушей – частички пыли и в результате образовывать капельки тумана, которые становятся видимыми. Или, если температура снизилась до 0°С (или еще ниже), вода может намерзать на пылевые частицы, то в этом случае возникают ледяные кристаллы (снег, град).

Чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он может удержать в себе; вот поэтому мы в банку наливали горячую воду. С продвижением вверх температура воздуха падает. Поэтому влага начинает конденсироваться в облака. Когда температура падает ещё ниже, а облако уже не может удерживать содержащееся в нём количество влаги, излишки проливаются в виде дождя.

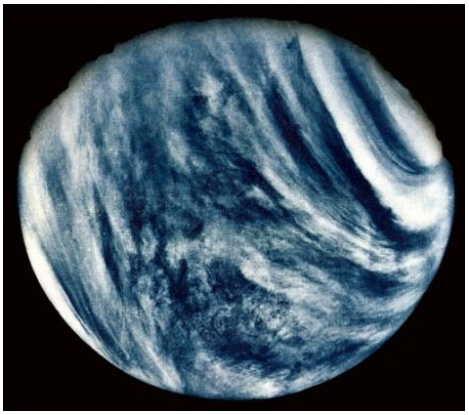


Рис. 242. **Облака в атмосфере Венеры**

На каждой планете своя уникальная атмосфера, которая обусловливает не менее уникальную погоду, чем на Земле. Но эти облака, как правило, состоят отнюдь не из воды.

Репозиторий ВГУ

Для сведения. Меркурий – самая ближайшая к Солнцу планета. Атмосфера Меркурия настолько разрежена, что её практически невозможно обнаружить. На Меркурии не бывает ни облаков, ни дождей.

В настоящее время Марс, как и Меркурий, также имеет весьма разреженную атмосферу. Когда на Марсе наступает зима, над красными равнинами появляются тонкие облака из замерзшей двуокиси углерода и иней покрывает скалы. По утрам в долинах бывает туман, иногда довольно густой. Миллиарды лет назад, по мнению учёных, атмосфера на Марсе была плотнее, может быть, выпадали обильные дожди. То, что сегодня осталось от этого водного изобилия, тонким слоем покрывает полярную область и скудно скапливается в расщелинах скал и в трещинах грунта.

Рис. 243. **Облака на Юпитере. Пролёт КА «Юнона» над вершинами облаков Юпитера. Май 2017 г. (видео 4 мин 44 с)**

Венера, наша ближайшая соседка по космосу, имеет мощный облачный покров. Масса атмосферы Венеры примерно в 100 раз превышает массу атмосферы Земли. Атмосфера на Венере была открыта ещё М.В. Ломоносовым (1761 г.). Позже выяснилось, что облака Венеры состоят в основном из капелек 75÷80-процентной серной кислоты. Серная кислота возникла под действием солнечного света из присутствующих в атмосфере углекислоты, водяного пара и соединений серы. В атмосфере планеты зафиксированы грозы и кислотные дожди. На рис. 242 показаны венерианские облака, сфотографированные для наглядности в ультрафиолетовых лучах.

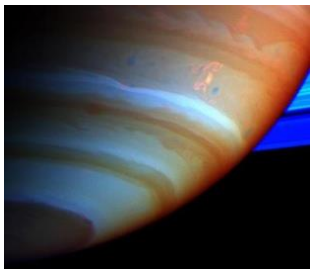


Рис. 244. **Атмосфера Сатурна**

Юпитер – это гигантский вращающийся газовый шар, состоящий в основном из водорода и гелия. Планета окружена цветными полосами облаков (рис. 243), однако большинство облаков Юпитера состоит из кристалликов застывшего аммиака, хотя есть и облака, состоящие из воды. Оранжевый цвет атмосфере придают соединения фосфора и серы. На Юпитере бывают бури, даже сильные ураганы, а также, по мнению учёных, дожди и снегопады из аммиака.

Репозиторий ВГУ

Сатурн – ещё одна гигантская планета, весьма похожая на Юпитер и имеющая схожую с ним погоду.

На рис. 244 атмосфера Сатурна изображена в условных цветах.

Разными тонами изображены облака с большим содержанием метана, находящиеся на разных высотах. Конвекция, вызываемая внутренним теплом Сатурна, а также быстрое вращение планеты приводят к образованию сильных ветров (их скорость достигает 1800 км/ч). Бури и циклоны на Сатурне бушуют годами без перерыва.

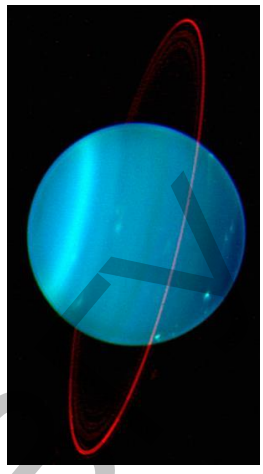


Рис. 245. **Атмосфера Урана в инфракрасном спектре**

Уран также газовая планета, покрытая мощными облаками, состоящими из водорода, гелия и метана (рис. 245). Некоторые из этих облаков, состоящие из метана, напоминают гигантские копии земных грозовых туч.

В атмосфере едва различимы быстро перемещающиеся полосы облаков. Из этих облаков падают капли жидкого метана, которые испаряются, не долетев до поверхности планеты. Именно благодаря этому газообразному веществу атмосфера Урана приобретает сине-зелёные оттенки.

Рис. 246. **Атмосфера Нептуна**

Атмосфера Нептуна состоит в основном из водорода, гелия, метана и аммиака. Метан поглощает красную часть спектра и пропускает синий и зелёный цвета. Поэтому цвет поверхности Нептуна кажется зеленовато-голубым.

Рис. 247. **Атмосфера Титана (спутник Сатурна)**

Начиная с высоты около 50 км, от поверхностных слоев атмосферы и далее до высоты в несколько тысяч километров, планету покрывают серебристые перистые облака, состоящие преимущественно из замерзшего метана (рис. 246).

Среди облаков наблюдаются образования, напоминающие циклонные завихрения атмосферы, подобно тому как это имеет место на Юпитере. Такие завихрения выглядят в виде пятен и периодически возникают и исчезают.

Репозиторий БГУ

Планеты нашей Солнечной системы не единственные места в ней, где могут быть облака и осадки. На Титане, большом спутнике Сатурна, из красноватых облаков выпадают метановые «снежинки», которые погружаются в океан из жидкого метана и азота (рис. 247).

Рис. 248. **Образование града (видео 2 мин 37 с)**

Вопросы:

1. Как образуется дождь?

Дождь образуется тогда, когда мельчайшие капельки влаги, содержащиеся в облаке, сливаются в более крупные капли. Крупные капли, преодолевая силу восходящих потоков воздуха, под действием силы тяжести выпадают на Землю. Если в облаке оказываются мельчайшие частицы твёрдых тел, например пыль, то процесс конденсации ускоряется, поскольку пылинки играют роль ядер конденсации.

2. Что такое «сухой» дождь?

В пустынных районах при низкой относительной влажности конденсация водяного пара возможна только на большой высоте, где температура ниже, однако капельки дождя, не долетая до земли, испаряются в воздухе. Это явление получило название «сухих» дождей.

3. Почему идёт снег?

Если конденсация водяного пара в облаке происходит при отрицательных температурах, образуются осадки в виде снега.

4. Как образуется град?

Необходимое условие образования града – наличие облака, нижний край которого находится в зоне положительных, а верхний – в зоне отрицательных температур (рис. 248). При этих условиях образовавшиеся снежинки и потерявшие свою форму при слиянии с водой в виде снежных крупинок восходящими потоками поднимается в зону отрицательных температур, где превращается в льдинку шарообразной формы – градину. Процесс поднятия и опускания градины может происходить многократно и сопровождаться увеличением массы и размера градины. Градина же, преодолевая сопротивление восходящих потоков воздуха, выпадает на землю.

Эксперимент 38. Парниковый эффект

Факты. В теплицах или парниках температура всегда выше, чем снаружи. Вы можете почувствовать это, когда находитесь в солнечный день в автомобиле с закрытыми окнами. Такой же эффект наблюдается и в масштабах планет с устойчивой атмосферой. Атмосфера Земли и Венеры служит как бы стеклом в парнике – отсюда и название «парниковый эффект».

Репозиторий ВГУ

Цель. Убедиться в существовании явления парникового эффекта.

Оборудование и материалы. Две стеклянные банки. Два термометра. Два одинаковых куска картона (чёрного и белого цвета).

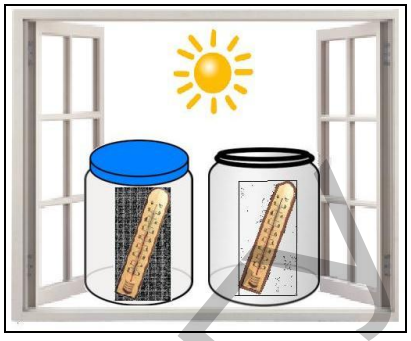


Рис. 249. **Эксперимент по наблюдению парникового эффекта**

Инструкция.

- В первую банку поместите термометр и кусок чёрного матового картона, который бы занял примерно половину банки внутри. Термометр в банке должен находиться в затемнённой стороне от картонки. Банку накройте крышкой (рис. 249).
- В другую банку поместите термометр и белый картон точно в такое же положение, как и в предыдущей банке. Термометр также должен находиться в затемнённой стороне от картонки. Банку не накрывать.
- Поставьте обе банки друг возле друга на открытом солнце.
- Убедитесь, что термометры стоят на затемнённых сторонах банок.
- Понаблюдайте за показаниями термометров.

Результат. Вскоре температура в банке с чёрной картонкой стала выше, чем в соседней банке.

Объяснение. Солнечное излучение включает видимые и тепловые (их ещё называют инфракрасные) лучи. Инфракрасное излучение исходит от нагретых тел. Стекло банок, почти непрозрачно для тепловых лучей, то есть не пропускает их. Видимые солнечные лучи проходят сквозь стекло и попадают на дно банок и поверхности картонок, помещённых внутри них. Это излучение поглощается (особенно интенсивно тёмными предметами) и нагревают их.

Затем горячие поверхности тел переизлучают энергию в виде тепла, но это тепло задерживается стеклом банок (атмосферой планет). В нашем случае чёрный картон поглощал видимые и излучал тепловые солнечные лучи, что привело к увеличению температуры внутри банки. Такие же процессы происходят в атмосферах планет и на их поверхностях.

Солнечная энергия, проходя через атмосферу, нагревает поверхность планеты, но излучаемая планетой тепловая энергия не может вся возвратиться обратно в космос, так как атмосфера задерживает её, действуя наподобие стекла в парнике: она пропускает световое излучение (видимое) от Солнца к Земле и задерживает

Репозиторий БГПУ

тепловые (инфракрасные) лучи. Возникает эффект парника из-за наличия в атмосфере газов, которые обладают способностью задерживать тепловое излучение. Такие газы получили название «парниковых» или «тепличных» газов. На рис. 250 (слева) схематично показан естественный процесс нагревания планеты, а справа – при парниковом эффекте.

Для сведения. Парниковые газы присутствовали в атмосфере Земли в небольших количествах (около 0,1%) с момента её образования. Этого количества было достаточно, чтобы поддерживать за счёт парникового эффекта тепловой баланс планеты на уровне, пригодном для жизни. Это так называемый естественный парниковый эффект, не будь его, средняя температура поверхности Земли была бы на 30°С меньше, т.е. не +14°С, как сейчас, а минус 17°С.

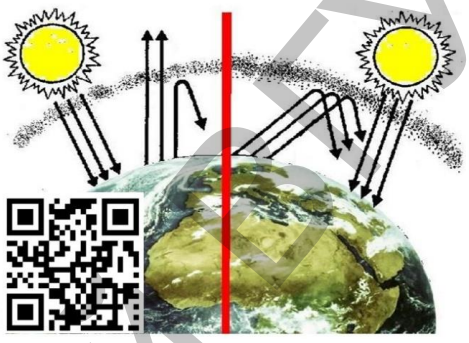


Рис. 250.
Объяснение парникового эффекта (видео 1 мин 52 с)

Естественный парниковый эффект ничем не грозит ни Земле, ни человечеству, поскольку общее количество парниковых газов поддерживалось на одном уровне за счёт круговорота природы, более того, ему мы обязаны жизнью. Но увеличение в атмосфере концентрации парниковых газов приводит к усилению парникового эффекта и нарушению теплового баланса Земли. Именно это и произошло в последние два столетия развития цивилизации. Угольные электростанции, автомобильные выхлопы, заводские и котельные трубы, а также другие созданные человечеством источники загрязнения пополняют атмосферу парниковыми газами.

Парниковые газы составляют около 3% атмосферы Земли по объёму. Наибольший вклад в парниковый эффект вносят углекислый газ (CO_2), водяной пар (H_2O) и метан (CH_4). Это парниковые газы прямого действия. Большая часть их образуется в процессе сжигания органического топлива. Кроме того, есть ещё выбросы газов в атмосферу, связанные с современными технологиями и промышленными процессами (электроника и холодильное оборудование). Их количество в атмосфере совсем ничтожно, но их влияние на парниковый эффект в тысячи раз сильнее, чем CO_2.

Вопросы:

1. Чем опасно усиление парникового эффекта для Земли?

Усиление парникового эффекта способствует изменениям климата, которые заключаются в повышении температуры и изменении частоты и интенсивности

Репозиторий БГУ

осадков. Из-за глобального потепления тают ледники, повышается уровень моря, возникает угроза биологическому разнообразию, гибнут посевы, пересыхают источники пресной воды, всё это в целом негативно влияет не только на качество жизни, но и на здоровье человека.

2. Какие существуют современные способы решения проблемы парникового эффекта?

Выход из сложившейся ситуации один: изыскать новые виды топлива, либо в корне поменять технологию использования существующих разновидностей топливных ресурсов. Уголь и нефть при сгорании выделяют на 60% больше диоксида углерода, активного парникового газа, чем любое другое топливо для производства единицы энергии.

Галузо, И.В. Астрономические эксперименты: метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 159 с.
https://lib.vsu.by/xmlui/handle/123456789/17413

Галузо, И.В. Астрономические эксперименты – специфическая форма заданий для учащихся / И.В. Галузо // Педагогические инновации – 2017: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф., Витебск, 17 мая 2017 г. / Витеб. гос. ун-т имени П.М. Машерова. – Витебск, 2017. – С. 171–173.
https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/11798/171-173.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Репозиторий ВГУ

РАЗДЕЛ 3

Проекты особенностей учебных пособий с элементами дополненной реальности и QR-кодов

Сравниваются понятия о дополненной и виртуальной реальностях, которые возможно применять в учебном процессе. Рассматриваются требования к макету современного учебного пособия (идея данного вида издания реализована на основе содержания учебника астрономии).

Репозиторий ВГУ

ПОНЯТИЯ О ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЯХ

Нынешним школьникам и учителям повезло значительно больше с точки зрения развития парка технических устройств для организации учебного процесса. Сегодня ИКТ – это уже не только персональный компьютер со стандартной периферией и интернетом.

Однако вместе с новейшими техническими средствами восприятия информации в образовательную среду пришли проблемы человеко-компьютерного взаимодействия, которые становятся всё более дискуссионными и обсуждаемыми среди педагогов, родителей и общественности. Кратко резюмируя существующие ныне способы взаимодействия компьютера и человека (имеются два полюса: за «плюс» и за «минус»), по крайней мере, сложившиеся в образовании, нельзя считать однозначно устоявшимися удовлетворительные альтернативы.

Попутно заметим, что при использовании ИКТ в образовании дополнительно возникают и другие не менее важные «побочные» проблемы, связанные с финансами, быстрым моральным износом техники, эргономикой, валеологией и др., на которых в данном подразделе мы пока не будем заострять внимание.

Нынешние образовательные технологии способны творить настоящие чудеса, о которых люди не могли помыслить ещё 10–15 лет назад. Совсем недавно мобильный телефон выполнял только свои прямые функции, а сейчас это уже мощное компьютерное устройство, объединяющее фотокамеру, диктофон и поддерживающее ряд других функций. Но прогресс идет всё дальше, и сегодня уже сама реальность дополняется виртуальными объектами, которые мы можем не только видеть, но даже воздействовать на них, и всё это благодаря мобильным устройствам. Речь идёт о дополненной реальности, имеются успешные попытки её реализации в ряде учебных предметов.

Нашей целью была разработка прототипа современного учебного пособия для школьников – с особенной структурой (на примере астрономии) и использующего технологию дополненной реальности.

На вопрос возможных оппонентов «А нужна ли нам эта непонятная дополненная реальность в образовании?» можно пока ответить аналогичным вопросом «А нужен ли нам в образовании интернет, без которого уже никто не обходится?».

Попытаемся вначале ответить на вопрос «Что же такое *дополненная* и другие *реальности*»? Чаще всего в современном образовательном процессе мы встречаемся с понятием дополненной

Репозиторий ВГУ

реальности. В кратком обзоре рассмотрим, какие бывают «реальности» и в чём заключается их сущность.

Одной из точек пристального внимания являются три смежные между собой технологии: Virtual reality – VR (виртуальная реальность), Augmented Reality – AR (дополненная реальность) и Mixed reality – MR (смешанная реальность).

Отличительные характеристики, по которым выделяются разные типы «реальностей», – уровень или глубина погружения в виртуальное пространство, реальность отображаемых виртуальных объектов и способ взаимодействия с ними.

С давних времён в философии стояла проблема реальности. Человек понял, что мир представлен как бы в двух лицах, что существуют как бы два мира, две реальности – объективная и субъективная.

Объективная реальность – действительность; весь материальный мир в целом, во всех его формах и проявлениях. В плане основного вопроса философии под объективной реальностью понимается всё существующее независимо от человеческого сознания и первичное по отношению к нему. Примеры объективной реальности: молекула, ионная структура кристалла, автомобиль, падающий метеорит, мозг и др.

Субъективная реальность – это то, как нам представлен окружающий нас мир, через органы чувств и восприятия, это наше представление о мире. И в этом смысле у каждого человека складывается своё представление о мире, о реальности. Это происходит по некоторым причинам, например, чувствительность органов у людей может быть различной – мир слепого или глухого человека разительно отличается от мира людей с нормальным зрением или слухом.

Итак, термин «реальность» употребляется в двух смыслах: объективная реальность, то есть материя в совокупности различных её видов, и субъективная реальность, то есть совокупность идеальных явлений, сотворённых сознанием и существующих в человеческом сознании (мысли, понятия, суждения, язык как средство общения).

Многое из того, что человек считает существующим реально и от него независимо, на самом деле таковым не является. Например, к субъективной реальности относятся цвета радуги, движущееся изображение на экране телевизора или монитора и другие оптические иллюзии, практически все философские, общественные и экономические категории, то есть всё, что служит интеллекту в основном для того, чтобы систематизировать знания и определить отношения между собой и миром.

Репозиторий ВГУ

Виртуальная реальность или Virtual Reality (VR) – это искусственно созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие органы чувств. Внешний эффект феномена виртуальной реальности состоит в том, что человек попадает в мир, весьма похожий на настоящий, но который был предварительно задуман и реализован программистом с помощью специальных технических средств.

Кроме компьютерных технологий можно выделить и другие области, позволяющие заступить за грань объективной реальности, например, сны, некоторые литературные произведения и фильмы (сказки, фантастика, приключения), представления с преднамеренным обманом (фокусы, оптические иллюзии и т.д.). Таким образом, понятие «виртуальная реальность» трактуется авторами с различных позиций (информационные технологии, философское понимание данного вопроса или медицинский и психологический аспекты восприятия человека).

В виртуальную среду человек погружается, когда одевает шлем (или особые очки) виртуальной реальности, а также использует другие специальные устройства. Важным является эффект присутствия и ощущения погружения в иное пространство, будь то автомобильные гонки или полёт на воздушном шаре. Пользователи вымышленный мир воспринимают почти как реальный. Но для «обмана» мозга разработчикам требуется приложить множество усилий: они стремятся имитировать взаимодействие с создаваемой средой путём воздействия на максимум имеющихся у человека органов чувств. В виртуальной реальности может быть что угодно – от наблюдения за динозаврами до путешествия к египетским пирамидам, полёты в космос или погружение в глубины океана.

Имеется ряд факторов, которые сейчас сдерживают повсеместное использование VR-технологии. Это и техническое несовершенство устройств, и физиолого-психологические аспекты, включая привычки людей, стоимость оборудования и разработки компьютерных программ, недостаточное количество качественного контента. В настоящее время виртуальная реальность в основном прерогатива игровой индустрии.

Пока что нет единого (универсального) истолкования обозначенного термина. Часто в литературе виртуальная реальность может обозначаться следующими терминами: искусственная реальность, электронная реальность, компьютерная модель реальности, 3D Virtual Reality, Virtual Reality (VR) и др. Однако,

Репозиторий ВГУ

попадая в виртуальный мир, Вы понимаете, что находитесь в искусственно созданном пространстве, то есть Вы в состоянии отделить виртуальную реальность от объективной реальности.

Дополненная реальность или Augmented Reality (AR) не меняет человеческого видения окружающего мира и его восприятия, а лишь дополняет реальный мир искусственными элементами и новой информацией. О сути понятия «дополненная реальность» говорит само название – это технологии, которые дополняют реальность виртуальными элементами. Это среда с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств – планшетов, смартфонов и инновационных гаджетов вроде Google Glass, а также программного обеспечения к ним.

Не следует путать виртуальную реальность (VR) и дополненную реальность (AR). Виртуальная реальность – это когда в ходу уже не фотокамеры смартфона или планшета, а шлемы или очки, рисующие необычный новый виртуальный мир. Да и «компьютерное и прочее вспомогательное железо» для работы с такими очками должно быть значительно мощнее (соответственно их стоимость также будет немалой). Программное обеспечение будет также в несколько раз дороже, потому что «рисовать» нужно не один-два объекта (как в дополненной реальности), а целый мир. Понятно, что пока по этим причинам массово задерживается включение виртуальных сценариев в образовательные цели.

Ярким примером дополненной реальности можно считать нашумевшее недавно приложение для мобильных устройств Pokemon Go. Дополненная реальность не изолирует пользователя от естественного окружения, а просто создаёт наложение на текущую реальность в поле восприятия, что позволяет черпать информацию одновременно в двух форматах. Дополненная реальность отличается со стороны технической реализации виртуальной реальности, но при этом имеет немало общего. Именно поэтому в восприятии обычных пользователей подобные понятия часто сливаются.

Смешанная реальность или Mixed Reality (MR) представляет собой смешение реальной и виртуальной реальностей, когда правдоподобные виртуальные объекты накладываются на привычную нам окружающую среду. При этом глубина погружения у виртуальной реальности выше, чем у дополненной реальности, которая не меняет человеческого видения окружающего мира и его восприятия, а лишь дополняет реальный мир искусственными элементами и новой информацией.

Репозиторий ВГУ

Задача технологии MR в том, чтобы привнести виртуальные образы в наше пространство–время, визуализировать и закрепить их расположение соответственно предметам реального пространства так, чтобы видящий потребитель воспринимал их как реальные. В определённом смысле эта технология сочетает в себе самые лучшие стороны AR и VR. Пользователи продолжают взаимодействовать с реальным миром, в котором в то же время присутствуют поражающие своей «натуральностью» виртуальные объекты.

Как видим, технологии развиваются по принципу снежного кома. Какая из технологий станет приоритетной в образовательных целях, покажет время. Здесь своё слово скажут педагоги, психологи, программисты и, наконец, экономисты, так как в нынешние дни технологии VR и MR, ещё раз подчеркнём, ощутимо затратны (и по времени создания и по стоимости).

Следует отметить, что терминологические границы и в данном случае также размыты, например, смешанную реальность иногда называют «гибридной реальностью», а есть ещё такие термины, как «программируемая реальность» или «виртуальная реальность с полным погружением».

Итак, точками пристального внимания в настоящее время являются три смежные между собой технологии: виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и смешанная реальность (MR). Напомним, что отличительными характеристиками, по которым выделяются разные типы «реальностей», являются уровень или глубина погружения в виртуальное пространство, реальность отображаемых виртуальных объектов и своеобразный способ взаимодействия с ними.

Все эти виды реальностей условно показаны в виде сплошной «шкалы» континуума реальностей на рис. 251. Континуум – непрерывная сплошная среда, в которой рассматриваются процессы при различных внешних условиях.

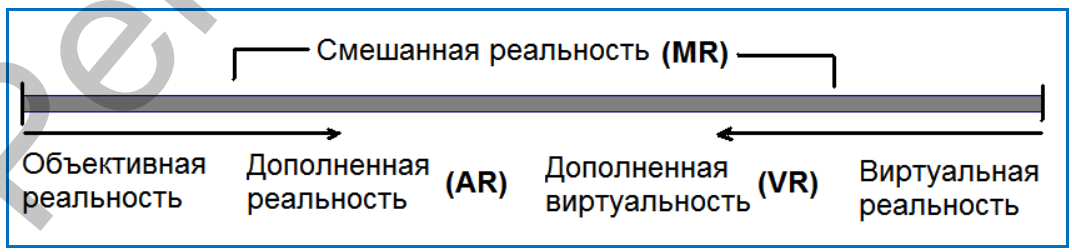


Рис. 251. **«Шкала» континуума реальностей**

«Шкала» континуума в крайних точках ограничена объективной реальностью (слева) и виртуальной реальностью (справа).

Репозиторий ВГУ

Дополненная реальность позволяет относительно просто накладывать виртуальность на реальность, существенно расширяя поток информации. Эффект достигается за счёт совмещения изображения внешнего мира и информации, полученной от компьютера.

Тип среды в данном случае зависит от соотношения реального и виртуального. При движении по шкале слева направо количество виртуальности увеличивается, и, соответственно, контакт с реальностью ослабляется. Очевидно, что каждая стадия континуума отражается в соответствующих технических разработках.

По мнению аналитиков, в перспективе главными сферами применения этих технологий будут три ключевых направления: видеоигры, трансляции массовых мероприятий, кино и сериалы. Согласно прогнозам, игровая индустрия получит треть объёма всего рынка дополненной и виртуальной реальности к 2025 году. Другими сферами применения станут проектирование и военная промышленность, рынок недвижимости, продажи, здравоохранение и, наконец, какой-то определённый сектор займёт образование [4].

Понятно, что как раз виртуальная реальность не очень применима на обычном уроке, поскольку ученик, путешествуя в виртуальном мире, просто-напросто «выпадет» из мира учебника, урока и класса, а учёба превратится хоть и в несколько познавательную, но всё же игру.

При использовании дополненной реальности ученик имеет возможность управлять AR объектами (поворачивать, перемещать их, изменять масштаб, рассматривать с разных сторон, вызывать поясняющие надписи) – это в совокупности не только даёт импульс к развитию пространственного мышления, но и позволяет воспринять изучаемый объект более полно и глубже, что сказывается на уровне познания обучающегося. Дополнительная видео- и/или аудио-информация подаётся синхронно с тем, что происходит в реальности, создаётся более полное погружение в информационную ситуацию и, конечно же, активизируется её восприятие.

Дополненная реальность (AR) видится как определённый прорыв и в способе подачи образовательного материала, и в усвоении информации школьниками и студентами. Даже фрагментарная апробация в учебном процессе объектов дополненной реальности показала их эффективность. Но самое главное, что наряду с повышением степени усвоения и запоминания возрос эффект понимания информации.

Главное преимущество дополненной реальности состоит в том, что она позволяет практически мгновенно «оживлять» обычные печатные страницы учебника (за счёт перехода от плоского рисунка

Репозиторий ВГУ

к объёмному изображению, фрагменту фильма, анимации явления или процесса). Этот процесс уже не носит развлекательный характер, а помогает информационно обогатить содержимое книги, дать больше наглядных знаний, усилить образовательный эффект. Пример – рисунок в учебнике с видом Земли из космоса (рис. 252). Изучая различный 3D-контент, ученик получает наглядную визуализацию новой (дополненной к рисунку) информации.

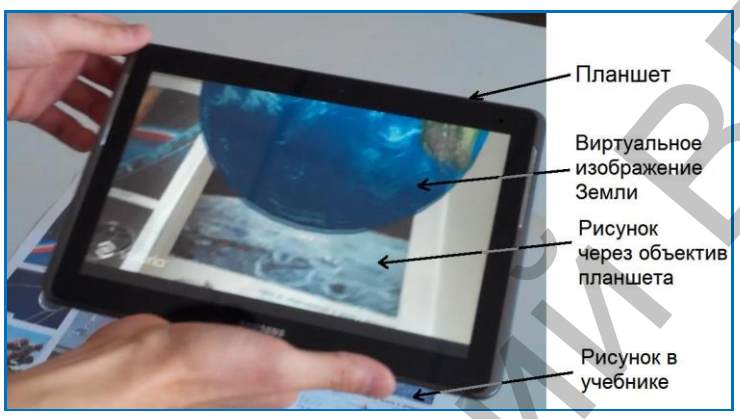


Рис. 252. **Дополненная реальность изображения Земли в учебнике, наблюдаемая с помощью планшета**

Технически эффект достигается за счёт совмещения реального учебного пособия для ученика (например, рисунка на его страницах) и внешней информации (документального или учебного фильма, анимации, 3D-объекта и др.), что позволяет дополнить (расширить) реальную среду изучения, помещая в неё виртуальные объекты, которые и создают единую смешанную среду обучения.

В системе распознавания используются технологии для идентификации объектов в реальном мире, основанные на вычислении данных о пространственной ориентации, определении форм, некоторых характерных признаков и атрибутов и др. Таким образом, технологии идентификации можно поделить на локационно-зависимые и объектно-зависимые. При этом объектно-зависимое распознавание также может быть реализовано двумя разными способами – при помощи искусственных маркеров или без использования таковых. Для обмена информацией между приложением и неким специальным искусственным объектом с контентом могут применяться QR-коды, штрих-коды или радиочастотные RFID-метки (Radio Frequency IDentification).

При подготовке учебных пособий с дополненной реальностью чаще всего используются мобильные приложения типа Aurasma, принцип работы которого схож с повсеместно применяемой

Репозиторий ВГУ

технологией распознавания QR-кодов. Заметим, что с января 2018 года в результате ребрендинга Aurasma стала называться HP Reveal.

Многие печатные издания уже стали использовать технологию дополненной реальности для оживления фотографий, например, «Комсомольская правда» и газета «Красный проспект» (Новосибирск), детский журнал «Юный техник и изобретатель» (Минск). Газета «Спорт-Экспресс» разработала специальное одноимённое приложение «Спорт-Экспресс» для iPhone, которое даёт возможность скачивать свежие номера газеты.

В Алтайском краевом институте повышения квалификации работников образования (Барнаул, АКИПКРО) для общеобразовательных организаций в рамках Федерального целевого проекта развития образования в линии учебно-методических комплексов «Региональная электронная школа» вышел ряд школьных учебных пособий (астрономия, биология, литература, география, химия и др.).

Галузо, И.В. Дополненная реальность как один из элементов усовершенствования школьных учебных пособий / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Современное образование Витебщины. – 2018. – № 3. – С. 47–53.
https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/16787/47-53.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ШКОЛЬНОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

На примере учебного пособия по астрономии рассмотрим идеи реализации макета его содержания.

Если попросить людей старшего поколения вспомнить, как проходили у них школьные уроки с использованием материальных средств обучения, то чаще всего они вспомнят, что учитель физики и астрономии показывал слайды, диафильмы и иногда учебные фильмы; учитель химии не только писал химические формулы на доске, но химические реакции из соображений безопасности показывал в пробирке, и ученикам приходилось только догадываться, что там внутри всё-таки происходило; учителя ботаники и биологии приносили на урок разные гербарии, скелеты и чучела, аудиозаписи со звуками природы.

Репозиторий ВГУ

Позже учителя «вооружились» компьютерами, интерактивными досками, вместо слайдов и фильмов на плёнках появились аудио- и видеодиски. На образовательный процесс работала огромная индустрия. С появлением интернета получить нужную информацию к уроку стало значительно проще. Возникло множество онлайн-сервисов (работающих в режиме реального времени) как в помощь учителю, так и адресованных ученику.

Замечено, что назрели серьёзные проблемы в правильном и эффективном использовании всего комплекса электронных средств в образовательном процессе (в том числе и новейших устройств).

Ниже пойдёт речь о возможном усовершенствовании школьных учебников. По крайней мере, даже в крайне «радикальных» высказываниях мы не встречаем каких-то существенных альтернатив традиционному школьному учебнику – основному материальному источнику знаний для ученика. Но, как правило, ни одна дискуссия не обходится без критики этого школьного атрибута. Все заинтересованные участники дискуссий почему-то в основном замечают недочёты и ошибки в подаче контента учебника, даже требуют возвращения к программам и учебникам советского периода. На новую роль учебника, его структуру, обновление содержания в соответствии с требованиями времени, методы подачи содержания и других атрибутов учебника почему-то оппонентами мало обращается внимания. Нам проблема видится несколько шире: *приведение в соответствие структуры и содержания современных учебных пособий для школьников и возможностей современного электронного обучения*.

Так или иначе каждый творческий учитель стремится своим ученикам объяснить изучаемый материал с помощью каких-то приборов, моделей и макетов, обычных плакатов, настенных и контурных карт, глобусов, приборов, гербариев, кинофильмов и пр. Разумеется, наработанный дидактикой в течение десятилетий весь арсенал материальных средств обучения отвергать совершенно нельзя. Вопрос заключается в замене линейки традиционных технических средств обучения на их новые аналоги и методов *взаимодействия* учеников с обновлёнными учебными пособиями.

Рассмотрим особенности учебного пособия «Астрономия».

1. Одним из главнейших инновационных отличий учебного пособия по астрономии от других является *технология дополненной реальности*, используемая при его разработке. Ряд рисунков снабжены специальными маркерами дополненной реальности, что позволяет иллюстративный материал расширить аудиовизуальными

Репозиторий ВГУ

средствами: 3D-моделями, видео- и аудиозаписями, интерактивными иллюстрациями и заданиями (рис. 253). Они обозначаются в тексте специальными маркерами. При наведении на них фотокамеры смартфона или планшета (после предварительной установки специальных приложений) на экране появляются видеозаписи или трёхмерные изображения, расширяющие контент некоторых рисунков пособия. В разделе «Как работать с учебным пособием?» ученику даётся исчерпывающая инструкция по установке программного обеспечения на свой гаджет.

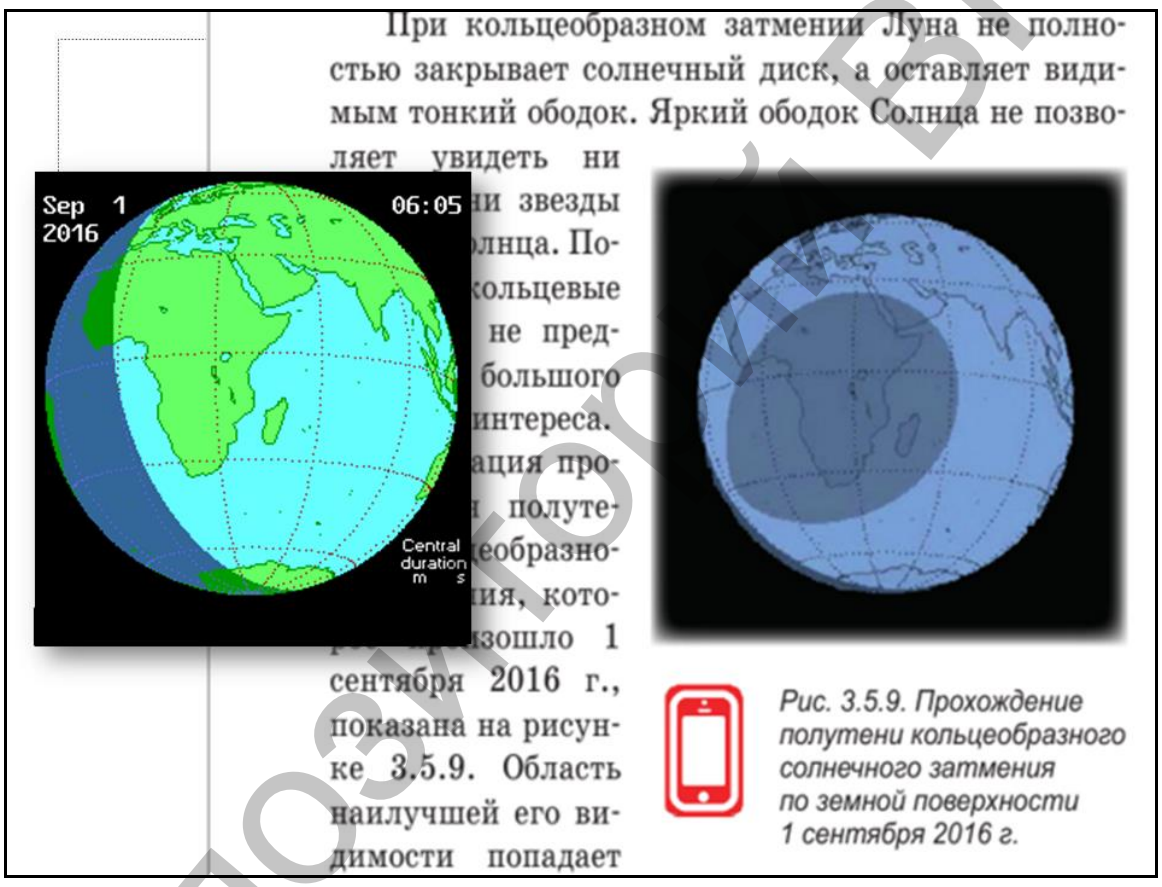


Рис. 253. **Фрагмент из учебника астрономии (269 с., рис. 3.5.9) с дополненной реальностью: с левой стороны фрагмента изображения видна анимация прохождения солнечного затмения 1 сентября 2016 г., о котором рассказывается в тексте**

Чтобы не перегружать информационную среду в пособии, дополненной реальностью снабжены не все рисунки, а только те, в которых нужно показать объект в движении (например, либрация, фазы Луны). Наряду с дополненной реальностью в пособии для получения некоторых статических изображений (не требующих аудио- или видеоинформации) использованы QR-коды (например, астрономические атласы). Таким образом, индивидуальные

Репозиторий ВГУ

мобильные устройства совместно с рисунками учебного пособия частично заменяют традиционные плакаты и схемы, некоторые учебные фильмы (рис. 254).

Рис. 254. **Коллаж фрагментов изображений из учебника астрономии (с. 114, 170, 171, 249), на котором видны значки дополненной реальности и QR-коды**

2. Учебное пособие подготовлено по *многоуровневой схеме* (рис. 255). Это означает, что каждый параграф состоит из трёх блоков (помеченных специальными значками):

– первый блок, содержащий основной (базовый) материал, который нужно понять и запомнить;

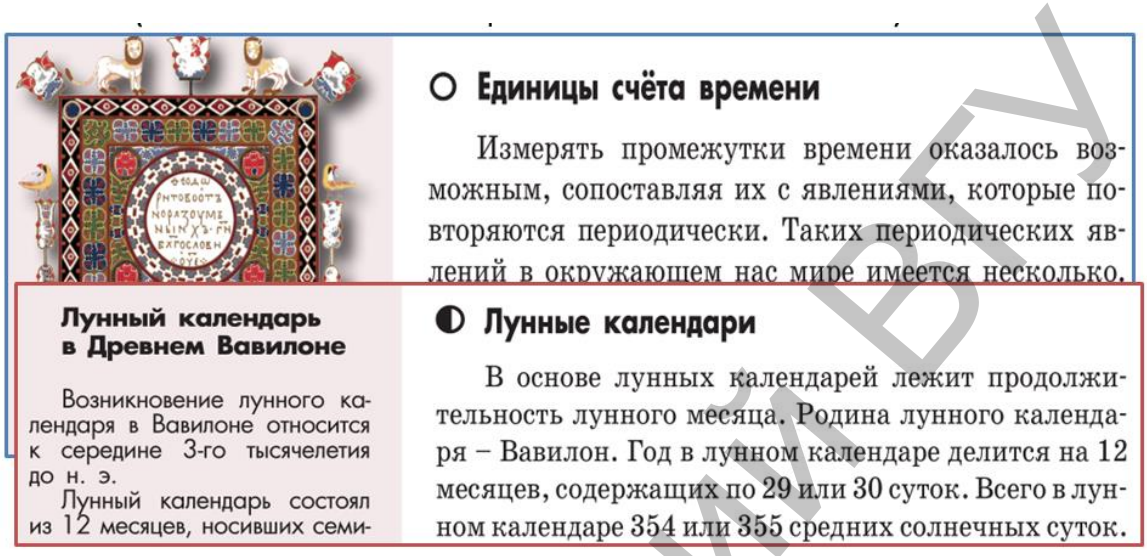
– второй блок (углублённый) содержит дополнительный материал для тех, кто интересуется астрономией и желает глубже изучить этот предмет;

– третий блок (дополнительный, развивающий) включает интересную информацию, краткие биографии учёных, отрывки из их научных работ, иллюстрации (данный материал служит для развития кругозора учащихся, при этом запоминать всё в деталях необязательно); материалы данного блока дополняют первый и второй

Репозиторий ВГУ

блоки учебного пособия. Предполагается, что третий блок будет интересен всем изучающим как первый, так и второй блок.

Блоки выделены цветом и шрифтом, отбойными линиями по краям соответствующего блоку материала.



○ Единицы счёта времени

Измерять промежутки времени оказалось возможным, сопоставляя их с явлениями, которые повторяются периодически. Таких периодических явлений в окружающем нас мире имеется несколько.

Лунный календарь в Древнем Вавилоне

Возникновение лунного календаря в Вавилоне относится к середине 3-го тысячелетия до н. э.

Лунный календарь состоял из 12 месяцев, носивших семи-

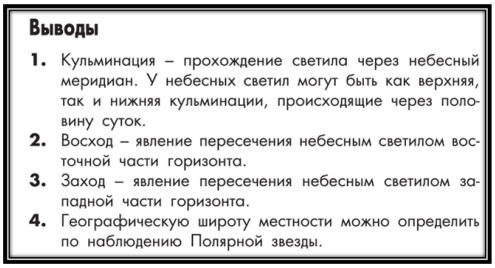
◐ Лунные календари

В основе лунных календарей лежит продолжительность лунного месяца. Родина лунного календаря – Вавилон. Год в лунном календаре делится на 12 месяцев, содержащих по 29 или 30 суток. Всего в лунном календаре 354 или 355 средних солнечных суток.

Рис. 255. **Коллаж фрагментов многоуровневого учебного пособия значками фаз Луны ○◐, а дополнительный (третий блок) размещён на полях пособия**

Многоуровневость пособия позволяет использовать его как дополнительный материал к основному пособию (учебнику для 10–11 классов российских школ), а также для факультативных и кружковых занятий в 7–8 классах, или для выборочного самостоятельного ознакомительного изучения в более младших классах.

3. Для *ориентирования ученика* в тексте пособия выделены основные понятия, а в конце параграфов приводятся главные выводы по рассмотренному материалу (рис. 256). Благодаря этому ученику даются направления, что нужно обязательно запомнить и уметь объяснить. Без усвоения этих понятий трудно будет разобраться в материале последующих параграфов.



Выводы

1. Кульминация – прохождение светила через небесный меридиан. У небесных светил могут быть как верхняя, так и нижняя кульминации, происходящие через половину суток.
2. Восход – явление пересечения небесным светилом восточной части горизонта.
3. Заход – явление пересечения небесным светилом западной части горизонта.
4. Географическую широту местности можно определить по наблюдению Полярной звезды.

Рис. 256. **Фрагмент выводов к параграфам**

4. Пособие выполняет *контролирующую функцию*. Обязательным дополнением всех параграфов являются контрольные вопросы, тесты, задания, эксперименты, количественные и качественные задачи и прочее. Все задания дифференцированы по основным блокам учебного материала и отмечены соответствующими значками.

Репозиторий ВГУ

5. Привлекательными для учащихся являются *занимательные вопросы и задания* (ребусы, анаграммы, кроссворды, головоломки, парадоксы и пр.), на которые можно ответить на досуге (рис. 257).

На некоторые задания в пособии приводятся ответы, ученикам авторы рекомендуют не сразу обращаться к ним, а попробовать всё-таки самостоятельно найти ответ.

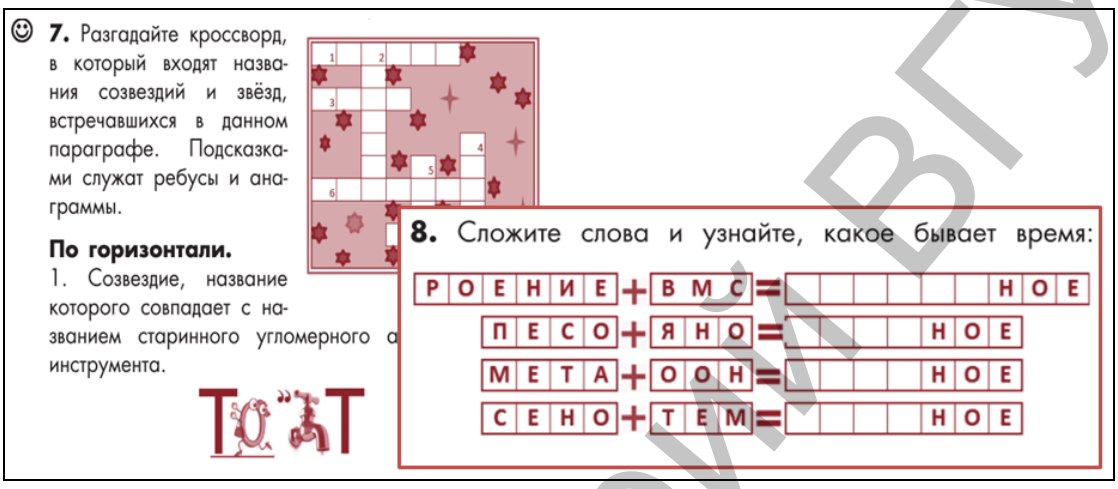


Рис. 257. **Тематические ребусы, анаграммы, кроссворды, сопровождающие учебный материал**

Интерес у учеников вызывают своеобразные задания «Взгляните на мир глазами души», выполняя которые они могут выразить свои чувства и проявить свои способности. Приведём одно из таких заданий полностью.

Прочтите текст «История неба» и выполните следующие задания:

♦ Подготовьте сообщения о жизни небесных светил, используя дополнительную литературу.

♦ Как Вы думаете, почему с самой далёкой древности люди обожествляли небо и небесные светила?

♦ Представьте себе, как могли бы выглядеть храмы, посвящённые Солнцу, Луне, звёздам известных и неизвестных цивилизаций древности. Нарисуйте их.

6. В противовес дополненной реальности в пособии приводятся описания простых *астрономических экспериментов* с использованием несложного самодельного оборудования или бытовых предметов, благодаря которым ученик может глубже разобраться в некоторых сложных астрономических явлениях и заодно проявить свои конструкторские умения.

Для предварительной апробации некоторые из астрономических экспериментов были опубликованы в журнале «Юный техник и изобретатель» (Минск, Республика Беларусь) за 2017 г.

Репозиторий ВГУ

7. Отдельным разделом в пособии представлены *справочные астрономические таблицы*, которые будут полезны на всех этапах изучения астрономии. Работа с таблицами является одним из общеучебных навыков учащихся.

8. Широко представлен *региональный компонент*, в особенности космическая тема Алтайского края. Пособие вышло накануне празднования 80-летия Алтайского края (рис. 258). Поэтому на обложку издания вынесены фотографии известных космонавтов Германа Титова и Василия Лазарева, а также в тексте имеются упоминания о ряде исследователей, уроженцев Алтайского края, космической техники.

Рис. 258. **Обложка учебного пособия «Астрономия»**

9. Особое внимание уделено *межпредметной интеграции*. В необходимых случаях содержание пособия опирается на знания учеников по физике, математике, географии.

10. *В создании пособия принимали участие учащиеся* школ и гимназий Алтайского края: в издание включены некоторые астрономические притчи и сказки, школьники вместе с педагогами работали над «оживлением» объёмных изображений дополненной реальности.

Репозиторий ВГУ

Из стенограммы комиссии по госприёмке учебных пособий, разработанных в АКИПКРО: «Пособие по астрономии появилось очень своевременно. Хорошо, что институт занялся этой темой. Оно способно заинтересовать учащихся, с ним очень интересно работать».

Ирина Дроздова,
начальник отдела общего образования Министерства образования и науки Алтайского края.

В Новосибирске на выставке «УчСиб-2017» оборудования и литературы для учебного процесса за проект «Совершенствование региональной модели развития образования средствами модернизации технологий обучения в конкретных предметных областях в соответствии с ФГОС на основе учёта инновационных механизмов общественно-профессионального и государственно-общественного управления» учебным пособиям нового типа, разработанным в АКИПКРО, присуждена Большая золотая медаль (рис. 259).

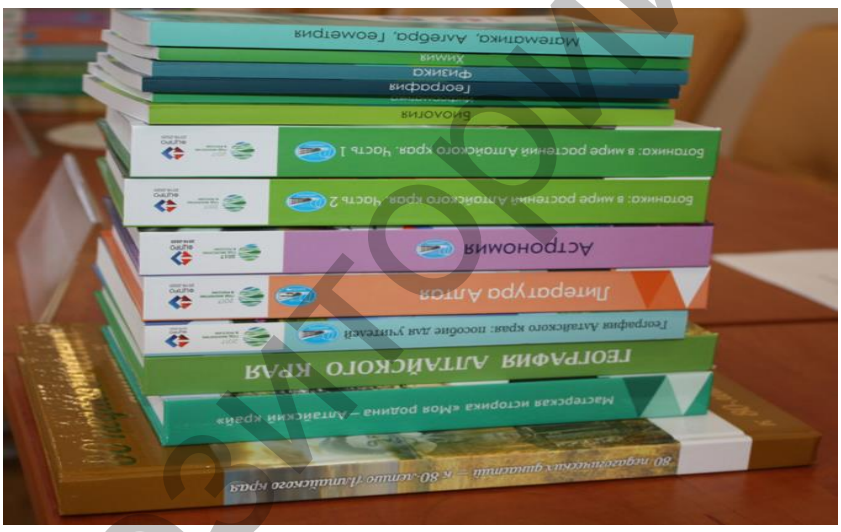


Рис. 259. **Учебные пособия, изданные в АКИПКРО в 2017 г.**

Работе по созданию инновационных учебных пособий нового поколения предшествовала серьёзная подготовительная работа руководства института и Алтайского краевого Министерства образования и науки: выработка концепции пособий, подбор групп авторских коллективов, создание и оснащение автономного подразделения в штате института «Лаборатория электронного обучения», периодическое анонсирование и информирование общественности посредством СМИ о проекте региональной электронной школы, участие в выставках и фестивалях, курсовая подготовка учителей по работе с электронными пособиями и ряд других сопутствующих мероприятий. Проект не выпал и с поля

Репозиторий ВГУ

зрения губернатора Алтайского края, который интересовался проектом и неоднократно посещал АКИПКРО.

Заключение. Дополненная реальность, или AR-технология, несомненно, – огромный прорыв и в способе подачи образовательного материала, и в усвоении информации школьниками и студентами. Анализируя современную ситуацию с внедрением дополненной реальности в систему образования, стоит отметить, что сейчас, к сожалению, нет чёткого движения в этом направлении и конкретных программ, позволяющих внедрять AR-технологии на местах обучения. Консервативная направленность образовательной системы тормозит развитие и использование в области образования такой полезной и по сути революционной технологии, которая могла бы помочь значительно ускорить процесс восприятия и повысить эффективность обучения. Тем не менее многие специалисты в области ИКТ сходятся во мнении, что будущее дополненной реальности в различных областях нашей жизни имеет перспективы, а AR-технологии в образовании рано или поздно выведут нашу систему образования на качественно новый уровень.

Сейчас дополненная реальность присутствует практически на всех устройствах – от смартфонов до компьютеров со встроенными камерами. Поэтому с учётом доступности гаджетов практически для всех слоёв населения технический вопрос использования AR в образовании упирается только в выборе и внедрении конкретной унифицированной платформы, на которой будет осуществляться весь процесс образования.

P.S. Российская цифровая образовательная платформа LECTA (https://lecta.ru) предлагает электронные учебники по всей школьной программе, атласы и методические пособия. Более 500 наименований учебников федерального перечня и другие учебные материалы здесь представлены в электронном виде. На платформе предложены крупные российские издательства: АСТ, БИНОМ, Дрофа и др. Издательство АКИПКРО разместило здесь свои учебные пособия, в том числе и «Астрономию». Ресурс платный, но до 5 любых книг LECTA предоставляет бесплатный доступ на срок до месяца. Пройдя формальную процедуру регистрации, можно познакомиться не только с «Астрономией» издательства АКИПКРО, но и с другими заинтересовавшими Вас книгами из каталога.

В рамках курсов повышения квалификации LECTA предоставляет учителям методические разработки, а также рассказывает на онлайн-курсах, как они могут быть внедрены в практическую деятельность (например, «Конструирование урока с использованием электронной формы учебника»).

Репозиторий ВГУ

Галузо, И.В. Технология дополненной реальности как способ усовершенствования школьных учебников / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIII(70) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов. Витебск, 15 февр. 2018 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2018. – Т. 2. – С. 161–164.

https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/15578/161-164.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Галузо, И.В. Дополненная реальность – главная особенность современных учебных пособий / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Цифровая трансформация образования: науч.-практ. конф., Минск, 30 мая 2018 г.: электрон. сб. тез. – Минск: ГИАЦ Минобразования, 2018. – С. 291–294.

http://dtconf.unibel.by/doc/DTE_conference.pdf .

Галузо, И.В. Развитие познавательной активности учащихся при изучении астрономии / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2016. – № 4(14). – С. 30–34.

https://lib.vsu.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/9534/30-34.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Репозиторий ВГУ

РАЗДЕЛ 4

Компетенции, компетентность, компетентностный подход

Рассматриваются сущность понятий о различиях компетенции, компетентности и компетентностного подхода. Приводятся перечни компетенций в отношении к астрономической специальности. Предложена классификация оценочных средств компетенций и компетентности.

Репозиторий ВГУ

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ АСТРОНОМИИ

В Концепции развития педагогического образования в Республике Беларусь на 2015−2020 годы говорится, что «значимым объектом усвоения должны быть методы самостоятельной работы: наблюдение явлений, учебный эксперимент, моделирование, работа с текстами, решение задач и др.».

В этой фразе заключаются отличительные для конца XX – начала XXI века изменения в характере образования (в его направленности, целях, содержании, педагогических технологиях), которые всё более явно ориентируют обучаемых на творческую инициативу, самостоятельность обучаемых, конкурентоспособность, мобильность будущих специалистов и способность к самообучению. На современном этапе в рамках множества дискуссионных площадок по проблемам образования обсуждаются вопросы, связанные с компетенциями и трансформацией образования.

Приобщение обучающихся к исследовательской и инновационной деятельности предполагает: изучение реальных процессов образовательной практики; описание и объяснение их; выявление исследовательских и инновационных проблем; проектирование и реализацию способов и средств разрешения этих проблем; оценку эффективности предложенных способов и средств; обоснование и распространение нововведения.

1. Тенденция в современном образовании, направленная на сформированность компетенций, – требование не уникальное, а всеобщее

Как педагоги-исследователи и крупные учёные, так и передовые учителя единодушно отмечают, что, прежде всего, ученикам и студентам необходимо научиться приобретать знания [1]. Данная сентенция не нова, однако, подчёркивается, что с учётом быстрых изменений, связанных с научным прогрессом и новыми формами экономической и социальной деятельности, необходимо сочетать достаточно широкие общие культурные знания с возможностью глубокого постижения ограниченного числа дисциплин. Общий культурный уровень является в некотором роде пропуском к непрерывному образованию, поскольку он прививает вкус к образованию, а также является его основой, необходимой для того, чтобы учиться на протяжении всей жизни. Необходимо также постоянно совершенствоваться в своей профессии, а в более широком

Репозиторий ВГУ

смысле – приобретать компетентность, дающую возможность справляться с различными ситуациями, многие из которых невозможно предвидеть, что облегчает работу в группе, которая в настоящее время слишком часто игнорируется в педагогической методике.

Переориентирование на образовательные компетенции предполагает усвоение учащимся не отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение комплексной процедурой, в которой для каждого выделенного направления присутствует соответствующая совокупность образовательных компонентов, имеющих личностно-деятельностный характер. В комплексности образовательных компетенций заложена дополнительная возможность представления образовательных стандартов в системном виде, допускающем построение чётких измерителей по проверке успешности их освоения.

Компетентностный подход нацелен на то, чтобы не увеличивать объём информированности человека в различных предметных областях, а научить его самостоятельно решать проблемы в незнакомых ситуациях. Компетентностная модель в образовании предполагает изменения в организации учебного процесса, в деятельности учителей, способов оценивания образовательных результатов.

2. Учебные астрономические эксперименты как компетентностно-ориентированные задания

Исследования известных учёных-педагогов Н.Ф. Ефремовой, В.Т. Кудрявцева, А.В. Хуторского и др. показывают, что в становлении личности ученика позитивный интерес играет роль мотива деятельности, а также становится чертой личности и проявляет себя в любознательности, пытливости, в постоянном стремлении приобретать знания [2; 3; 4].

Компетентностно-ориентированное задание в форме ученического астрономического эксперимента стало той дидактической единицей содержания, на базе которой реализуется компетентностный подход как в учебной, так и во внеурочной деятельности [5]. Проблемные методы основаны на создании особой ситуации, которая вызывает активную познавательную деятельность учащихся, стимулирует поиск ответов на возникающие вопросы, требующие актуализации знаний, анализа, а также умения видеть реальный объект учения за отдельными фактами, явлениями и закономерностями. Ученик становится субъектом обучения, что приводит к образованию новых знаний, овладению новыми способами

Репозиторий ВГУ

деятельности. Учителю для управления обучением с применением проблемных методов требуется методический и педагогический опыт, ведь каждая проблемная ситуация индивидуальна и требует дифференцированного подхода.

Практика показывает, что для учителя задача развития предметных компетенций учащихся является достаточно сложной и трудно реализуемой. С одной стороны, для каждого учащегося необходимо создать такие условия, которые позволят ему творчески подойти к решению различных проблем, с другой – это должно происходить в рамках учебной программы.

Ключевым словом в методических поисках стало слово «ситуация», ведь сформировать компетентность и проверить то, насколько она сформировалась, можно только в конкретных условиях. Основными методическими приёмами в решении задач формирования предметных компетенций в учебной и внеурочной деятельности на занятиях по астрономии можно назвать использование заданий особого типа, которые можно обозначить как «проблемно-ситуационные задания», в их основе лежат учебные астрономические эксперименты.

Эксперименты, опыты, наблюдения, лабораторные работы стали неотъемлемой частью содержания учебного материала по ряду предметов естественно-научного цикла (физика, химия, биология). В этом плане весьма скромно выглядит школьная астрономия, хотя бы из-за ограниченного ресурса времени, отводимого на этот предмет.

В науке эксперимент используется для получения знаний, неизвестных человечеству. В процессе обучения (в школе) эксперимент применяется для получения знаний, ещё неизвестных данному конкретному человеку (ученику). Поскольку закономерности проведения экспериментов взрослыми и школьниками во многом не совпадают, условимся в дальнейшем подразумевать в предстоящих астрономических экспериментах словосочетание «ученическое экспериментирование».

Как и большинство слов русского языка, «экспериментирование» является многозначным словом. Оно выступает как метод обучения, если применяется для передачи ученикам новых знаний, также оно может рассматриваться как форма организации педагогического процесса, наконец, экспериментирование является одним из видов познавательной деятельности учащихся. Разработанные нами образцы астрономических экспериментов [6] могут использоваться непосредственно на уроках

Репозиторий ВГУ

астрономии, факультативных и кружковых занятиях, а также в качестве самостоятельных домашних заданий (с последующим обсуждением под руководством учителя).

Учебные астрономические эксперименты ставят своей целью научить ориентироваться в пространстве без компьютеров и GPS, хотя бы приблизительно научить определять географические координаты или время по звёздам, доказывать вращение Земли вокруг оси и обращение вокруг Солнца. Современный человек слишком привык к технике, и он бессилен без неё и уже кажется, что та же астрономия совершенно невозможна без компьютерных расчётов. Простейшие эксперименты позволят понять астрономию без сложных приборов – ведь древние и средневековые учёные смогли построить реальную (а не мифическую) картину мира, пользуясь лишь простыми угломерными приборами. В частности предлагаемые эксперименты помогут повторить открытия астрономов древности, пройти путём открытий и доказательств вслед за известными учёными.

Астрономические эксперименты по своей структуре и содержанию ориентированы на развитие, а также на контроль усвоения компетенций ученика.

Рассмотрим структуру астрономических экспериментов, куда входят несколько основных составляющих элементов.

В первую очередь это *факты и наблюдения*, являющиеся основанием для проведения эксперимента, некоторым стимулом к его выполнению, предварительным источником информации. Стимул погружает в контекст эксперимента.

Далее следует *цель эксперимента*, которая окончательно мотивирует на выполнение эксперимента; по сути это проблема которую необходимо разрешить. На данном этапе происходит формирование компетенций планирования и организации деятельности.

Для разрешения проблемы приводится список необходимых *материалов и оборудования*, которые следует использовать для достижения цели.

Потом следуют *инструкции,* схемы и иллюстрации по проведению эксперимента, которые могут быть полными и исчерпывающими (по сути, в некотором роде консультациями-подсказками) или предъявляемые учителем в беседе с учениками поэлементно.

Ожидаемые или полученные учеником *результаты* кратко фиксируются, а затем необходимо ученику самостоятельно их

Репозиторий ВГУ

объяснить. На этапе объяснения результатов эксперимента может использовать дополнительную литературу, интернет, учебник (в предыдущем разделах нашей книги мы рассматривали об усилении контента астрономических экспериментов с помощью QR-кодов и дополненной реальностью).

Эксперименты сопровождаются дополнительным материалом, помеченным рубрикой «*Для сведения*». Дополнительный материал является стимулом для дальнейшего поиска сведений и расширения знаний ученика по теме эксперимента.

Завершающим этапом каждого эксперимента, как правило, являются дополнительные вопросы «проблемной» направленности. Вопросы позволяют выяснить понимание проблемы, которая решалась в ходе проведённого эксперимента, а также насколько глубоко ученик усвоил дополнительный материал из раздела «Для сведения».

Учебные занятия, с включением в них астрономических экспериментов, вызывают у учащихся очень большой интерес, что вполне естественно, так как при этом происходит познание учеником окружающего мира на основе собственного опыта и собственных ощущений. При этом у учащихся формируются представления о роли и месте эксперимента в познании. При выполнении опытов у учащихся формируются экспериментальные умения, которые включают в себя как интеллектуальные умения, так и практические.

Структура астрономических экспериментов позволяет учителю подразделять их на фрагменты в зависимости от содержания, чтобы ученики не получали готовые ответы, а чаще отвечали на вопросы «как», «почему», «объясните».

3. Компетентность, компетенции и компетентностный подход: сущность понятий

Рассмотрим, как трактуются понятия «компетентность» и «компетенции» в педагогической и специальной литературе. Даже беглый обзор определений этих терминов показывает, что о них пока не выработано однозначного и достаточно чёткого представления.

Вначале обратимся к трактовке понятия *компетентность*. В ряде обзоров педагогической литературы как у зарубежных авторов, так и отечественных приводятся более двух десятков примеров его определений. Приведём только некоторые из них, на которые ссылаются большинство практических работников и разработчиков методических материалов, связанных с формированием компетентностей обучаемых.

Репозиторий ВГУ

- В.С. Безрукова трактует компетентность как «…владение знаниями, умениями и навыками, позволяющими высказывать профессионально грамотные суждения, оценки и мнения» [7].
- И.А. Зимняя рассматривает компетентность как конечный результат процесса образования. Компетентность основывается на личностно обусловленном опыте социально-профессиональной жизнедеятельности человека [8].
- По мнению Е.И. Огарева, «...компетентность – это категория оценочная, она характеризует человека как субъекта специализированной деятельности, где развитие способностей человека даёт ему возможность выполнять квалифицированную работу, принимать ответственные решения в проблемных ситуациях, планировать и совершать действия, приводящие к рациональному и успешному достижению поставленных целей» [9]. Используя данное определение, автор представляет компетентность как устойчивую способность к деятельности со знанием дела.
- Описывая с помощью компетентностного подхода результат подготовки специалиста с высшим профессиональным образованием, Ю.Г. Татур даёт следующее определение: «Компетентность – это интегральное свойство личности, характеризующее его стремление и способность (готовность) реализовать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной деятельности в определённой области» [10].
- Н.С. Сахарова видит компетентность как «…владение определёнными знаниями, навыками, жизненным опытом, позволяющим судить, делать или решать что-либо» [11].
- Известный британский психолог Дж. Равен, на которого ссылаются практически все педагоги, даёт следующее определение: «Компетентность – специфическая способность эффективного выполнения конкретных действии в предметной области, включая узкопредметные знания, особого рода предметные навыки, способы мышления, понимание ответственности за свои действия» [12].

Среди этих и большинства представленных в педагогической литературе толкований понятия «компетентность» явно выделяются его характерные черты:

- характеристика деятельности индивида, т.е. понимание им существа выполняемых задач и разрешаемых проблем; умения выбирать средства и способы действия, адекватные конкретным обстоятельствам места и времени;
- предметная область, о которой индивид должен быть хорошо осведомлён;
- чувство ответственности за достигнутые результаты;
- способность вносить коррективы в процесс достижения целей;
- уровень и качество усвоения знаний и умений;
- диапазон и широта знаний и умений;

Репозиторий ВГУ

- способность выполнять специальные задания;
- способность рационально организовывать и планировать свою работу;
- способность использования знания в нестандартных ситуациях.

Таким образом, можно сказать, что *компетентность – это процесс деенаправленного взаимодействия знаний, способностей и субъектных свойств личности для достижения определённых целей в пределах заданной области деятельности*. Компетентность определяется как характеристика работника (специалиста, студента, ученика), которая способствует достижению успешных результатов работы. Этот параметр включает знания, навыки и способности, а также другие характеристики, такие как ценности, мотивации, инициативу и самоконтроль.

Компетенции в отличие от компетентности – некоторые отчуждённые, наперёд заданные требования к образовательной подготовке личности, единицы учебной программы, составляющие «анатомию» компетентности.

Таким образом, внутри современных подходов к образованию в рамках компетентностного подхода выделяются два базовых понятия: компетентность и компетенция, которые отличаются от традиционного комплексного понятия «знания – умения – навыки» (ЗУН). Отличие понятия «компетенция» состоит в том, что оно предполагает взаимосвязанные качества личности (ЗУН + способы деятельности) по отношению к определённому кругу предметов, а также направленность личности (мотивацию, ценностные ориентации и т.п.), её способности преодолевать стереотипы, чувствовать проблемы, проявлять проницательность, гибкость мышления.

По выражению Н.Ф. Ефремовой компетенция чаще всего используется для описания эффективности освоения и выполнения конкретного вида деятельности и как свойство личности проявляется только в процессе этой деятельности, выражается в готовности субъекта эффективно организовывать внутренние и внешние ресурсы для решения проблемы и достижения поставленной цели [2].

Таким образом, понятие «компетентность» более ёмкое и значимое, чем «компетенция». В компетентности мы видим выражение степени владения, обладания человеком соответствующими компетенциями, которые включают его личностное отношение к ним и к предмету деятельности (самостоятельность, целеустремлённость, волевые качества). Компетентность находится в прямой зависимости от компетенций –

Репозиторий ВГУ

чем больше освоено компетенций в рамках той или иной специальности, тем качественнее будет компетентность.

Понятия «компетенция», «компетентность» значительно шире таких понятий, как знания, умения, навыки. Необходимо отметить, что вместе с тем компетентность (и набор компетенций для определённой компетенции) не противопоставляется знаниям и умениям, а рассматривается как новое качество знаний, умений и навыков.

Этимологически термины «компетентность» и «компетенция» заимствованы из латинского языка (*competentis* – способный или *competere* – быть годным, способным к чему-нибудь), вначале получили распространение в англоязычной литературе. Затем понятие компетентностного подхода пришло и в нашу образовательную сферу. В связи с этим используемая терминология несёт на себе следы удачных или неудачных, а порой и ошибочных, переводов слов «competence» (компетентность) и «competency» (компетенция), использованных в работах англоязычных авторов.

Источниками неоднозначности таких переводов служат не только технические ошибки и различие в нюансах толкования и использования этих слов в американском и британском английском языке, но и различие в трактовке компетентностного подхода в американской и европейской психологии и педагогике.

Следует заметить, что в ситуации «компетентность – компетенция» имеется некоторая связь между различными значениями слов. Такие значения относятся к паронимам, а не синонимам. Паронимия (от греч. возле, при + имя) – это частичное звуковое сходство слов при их семантическом различии (полном или частичном). Употребление одного слова вместо другого, сходного по звучанию, объясняется недостаточно привычным или устоявшимся значением одного из слов или даже обоих, например, кремень вместо кремний, адресат вместо адресант, а в нашем случае – компетенция вместо компетентность. Если ранее, до массового внедрения в образовательную практику понятия «компетентностный подход», на проблемы, связанные с неоднозначностью переводов терминов «компетентность» и «компетенция», практически не обращалось внимания, то в настоящее время проблема стала весьма актуальной. Для таких случаев существует даже

Рис. 260. **Трёхмерное представление образовательных компетенций специалиста по Е.И. Кудрявцевой**

Репозиторий БГУ

специальный термин «ложные друзья переводчика», когда competence» (компетентность) выдаётся за «competency» (компетенция) [13].

Большинство исследователей представляют типологии компетенций с помощью моделей в трёхмерном виде, в которых компетенции образуют пространственную фигуру (чаще всего куб, пирамиду или призму). Так, Е.И. Кудрявцева систему компетенций специалиста условно оформила в виде простой трёхгранной пирамиды (рис. 260) [14].

Основу пирамиды составляют знания, относящиеся к когнитивным компетенциям; навыки – к функциональным; в этой же плоскости размещены социальные компетенции.

Метакомпетенции, отличающиеся от первых трёх групп, вынесены в вершину пирамиды, так как служат для облегчения приобретения других компетенций.

Расширенный вариант структуры компетенций специалиста предлагают В.В. Рубцов и Ю.М. Забродин, которые в основу четырёхгранной пирамиды помещают дополнительную группу компетенций – регулятивную (рис. 261) [15]. Регулятивные компетенции предполагают включение мотивационной готовности. Практические компетенции расположены на сторонах четырёхгранной основы пирамиды, комбинируя элементы измерений компетенций в различных пропорциях.

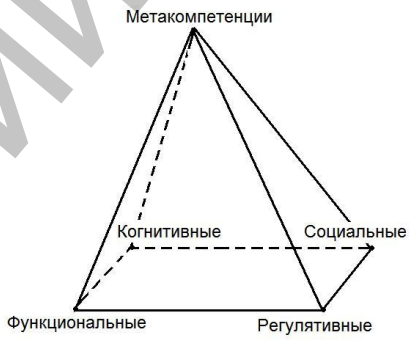


Рис. 261. **Трёхмерное представление образовательных компетенций специалиста по В.В. Рубцову и Ю.М. Забродину**

Многомерный (или его ещё называют целостным) подход к компетенциям становится всё более распространённым и предлагает более широкие возможности для синхронизации образовательного процесса с требованиями (будущих) профессиональных задач.

Компетентностный подход – попытка привести в соответствие образование и потребности рынка, сгладить противоречие между учебной и профессиональной деятельностью.

Образовательный смысл данного феномена связан с рассмотрением компетентности и компетенций как условия и средства развития учащихся в образовательных процессах, своеобразный гарант результативности осуществляемой деятельности.

Репозиторий ВГУ

4. Образовательные компетенции

Существуют разнообразные классификации и перечни компетенций (выше мы остановились только на двух), созданные для разных требований к обучаемым в зависимости от будущей специальности, возраста, академического уровня подготовки и других параметров. М.В. Кондурар, В.И. Звонников, Е.И. Кудрявцева, И.С. Сергеев, М.Б. Челышкова, А.В. Хуторской, В.В. Рубцов и др., в состав компетенций специалиста включают следующие группы: ценностно-смысловую, общекультурную, учебно-познавательную, информационную, коммуникативную, социально-трудовую, личностного самосовершенствования и др.

Нас больше интересуют образовательные компетенции, наиболее подходящие к изучению школьниками естественно-научных предметов (в частности, астрономии).

Заметим, что компетенции для специалистов в разных областях деятельности следует отличать от образовательных компетенций, т.е. от тех, которые моделируют деятельность ученика для полноценной жизни в будущем.

Образовательная компетенция – требование к образовательной подготовке, выраженное совокупностью взаимосвязанных смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта деятельности ученика по отношению к определённому кругу объектов реальной действительности, необходимых для осуществления личностно и социально значимой продуктивной деятельности.

Компетенции для ученика – это образ его будущего, ориентир для освоения. Но в период обучения у него формируются те или иные составляющие этих «взрослых» компетенций, и чтобы не только готовиться к будущему, но и жить в настоящем, он осваивает эти компетенции с образовательной точки зрения. Образовательные компетенции относятся не ко всем видам деятельности, в которых участвует человек, например, взрослый специалист, а только к тем, которые включены в состав общеобразовательных областей и учебных предметов. Такие компетенции отражают предметно-деятельностную составляющую общего образования и призваны обеспечивать комплексное достижение его целей.

Наиболее простая, убедительная и, наконец, однозначно воспринимаемая всеми преподавателями и учителями классификация общеобразовательных компетенций представлена в работах А.В. Хуторского [4; 16], в которых дифференцированы следующие группы компетенций:

Репозиторий ВГУ

- *ключевые* (или базовые, реализуемые на метапредметном, общем для всех предметов содержании);
- *общепредметные* (реализуемые на содержании, интегративном для совокупности предметов, образовательной области);
- *предметные* (формируемые в рамках отдельных предметов).

Сам термин «ключевые компетенции» указывает на то, что они являются «ключом», основанием для других, более конкретных и предметно ориентированных. Предполагается, что ключевые компетенции носят надпрофессиональный и надпредметный характер и необходимы в любой области деятельности.

С учётом того, что разные авторы ключевые компетенции называют по-разному (базовыми, универсальными и метакомпетенциями), мы в дальнейшем будем стараться придерживаться в основном термина «метакомпетенции». Метакомпетенции, соотносимые с каким-либо определённым учебным предметом (например, «Астрономия»), будем называть метапредметными компетенциями.

Метапредметные компетенции используются в повседневной жизни при осуществлении деятельности в области образования, на рабочем месте или при получении профессиональной подготовки. Они определяются как важные во многих жизненных сферах и служащие залогом жизненного успеха.

В стратегию модернизации образования в основу обновлённого содержания общего образования положены метакомпетенции. Они содержат основы современного научного знания, принципы и закономерности существования и развития множества предметов и явлений действительности. Отсюда следует, что основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не система знаний, умений и навыков сама по себе, а набор заявленных государством метакомпетенций в интеллектуальной, общественно-политической, коммуникационной, информационной и прочих сферах деятельности [16].

Существенными признаками ключевых компетенций (по А.В. Хуторскому) являются:

- различные универсальные ментальные средства, инструменты (способы, методы, приёмы) достижения человеком значимых для него целей (результатов);
- ключевые компетенции позволяют человеку достигать результатов в неопределённых, проблемных ситуациях;

Репозиторий ВГУ

- ключевые компетенции помогают самостоятельно и в сотрудничестве с другими решать проблемы, то есть справляться с ситуациями, для разрешения которых никогда нет полного комплекта наработанных средств.

Определение и отбор ключевых компетенций осуществляется основными потребителями образовательных результатов на основе социологических исследований и общественного обсуждения и зависит от того, какие способности и качества человека являются ценными в данное время в данном обществе.

Общепредметные компетенции относятся к определённому кругу учебных предметов и образовательных областей. Данные компетенции включают способности решать проблемы, требующие применения различных фактов или соответствующих понятий из различных разделов разных предметов, а также понимание обобщённых понятий и подходов, использование понятий и методов из других образовательных областей.

Общепредметные компетенции связываются с усвоением гуманитарных ценностей, определяющих смыслы образования. К тому же общепредметные компетенции должны обладать свойством переноса в другие предметы или в другие образовательные области.

Предметные компетенции – частные по отношению к двум предыдущим уровням компетенции, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках отдельных учебных предметов. Эти компетенции связаны со способностью учащихся для решения проблем привлекать полученные знания, умения и навыки, формируемые в рамках конкретного предмета.

Предметные компетенции связаны с конкретным содержанием учебного предмета и определяются исходя из задач, решаемых в рамках данного предмета и направленных на усвоение предметного содержания и освоение способов деятельности, связанных с данной предметной областью.

Таким образом, в системе образования метапредметные компетенции представляют собой наиболее обобщённую группу компетенций, в которых отражается социальный опыт, обязательный к усвоению учащимися. Формирование метапредметных компетенций обеспечивается эффективным функционированием системы образования в целом, а не только через отдельные учебные предметы или образовательные области. При этом при определении содержания образования по каждому конкретному учебному предмету необходимо исходить из задачи формирования метапредметных компетенций.

Репозиторий ВГУ

5. Компетентностный подход в преподавании астрономии

Компетенции учебных предметов описываются с помощью стандартов, учебных программ и критериев выполнения заданий или поведенческих эталонов, характеризуя деятельные возможности личности в контексте деятельности.

Заметим, что составляющие звенья общепредметных компетенций учащихся (знания, умения, ценностные ориентации и опыт деятельности), как и ключевые компетенции, не делятся по учебным классам или по отдельным предметам. Многие из них могут иметь сквозное присутствие на всех ступенях обучения, отличаясь лишь полнотой представления. В этом отношении весьма характерен предмет «Астрономия», завершающий физико-математическую подготовку учащихся, – здесь происходит окончательное формирование (разумеется, в рамках учреждения общего среднего образования) информационно-методологической и деятельностно-творческой компетенций учащихся.

Как указано в пояснительной записке к действующей программе (2017 г.), предмет «Астрономия» позволяет формировать следующие ключевые и специальные компетенции:

- исследовательскую (критическое мышление);
- поисковую (поиск необходимой информации);
- систематизирующую (структурирование знаний);
- проектную (создание новых знаний);
- интерактивную (деловое взаимодействие);
- межпредметную (интеграция предметов);
- социальную (осознание социальных особенностей);
- развивающую (поиск личностных резервов);
- креативную (выявление склонностей и талантов);
- стимулирующую (вовлечение в деятельность).

Представленный перечень компетенций на первый взгляд кажется не совсем полным и конкретным. Это вполне понятно и оправдано, ведь в краткой пояснительной записке к учебной программе невозможно отразить все нюансы учебной работы по конкретному предмету. Вместе с тем в данный перечень входят основные компетенции «американской» и «болонской» моделей компетенций [17].

Вместе с тем следует обратить внимание на исследования В.И. Звонникова, М.Б. Челышковой, Е.И. Кудрявцевой, А.В. Хуторского, В.В. Рубцова и др., в которых указывается на ряд трудностей, имеющихся в теории компетенций. Из перечней, представленных авторами, выделим только основные, касающиеся

Репозиторий ВГУ

предметных компетенций. В первую очередь необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- создание типологии (разновидностей) компетенций;
- установление соотношений компетенций и знаний–умений–навыков;
- поиск соотношений компетенций и профессионально важных качеств.

Схемы типологий у разных авторов не отражают всего многообразия компетенций и отношений между ними. Содержание ключевых компетенций может пересекаться. Например, в ситуации, когда носителем информации является человек, одновременно активизируются информационная и коммуникативная компетенции.

В практической части курса астрономии при решении астрономических задач, сопровождающих теоретический материал, визуальных наблюдениях звёздного неба и в последнее время с появлением в учительской практике нового вида дидактических заданий – учебных астрономических экспериментов [6] – возникает необходимость уточнения существующих перечней компетенций, а именно добавить ещё один уровень – субпредметные компетенции.

Что следует понимать под субпредметными компетенциями?

По нашему представлению, *субкомпетенция* – это составляющая компетенции (дословно «подкомпетенция»), сохраняющая все её свойства, соотносимые с деятельностью. Так же как компетенции составляют «анатомию» компетентности (см. выше), то подобно и субкомпетенции составляют «анатомию» компетенций.

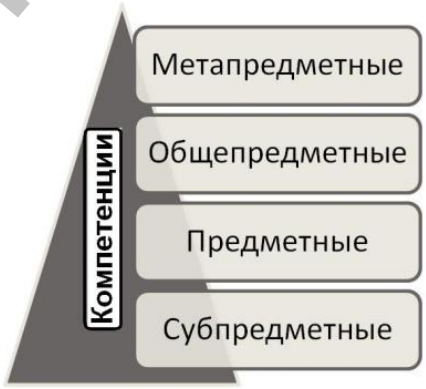


Рис. 262. **Иерархия образовательных компетенций предмета «Астрономия»**

В обобщённом виде иерархию образовательных компетенций (в частности для учебного предмета «Астрономия») можно представить в виде структурной схемы (рис. 262).

Необходимость в декомпозиции компетенции на субкомпетенции возникает тогда, когда её содержание многосоставно и сложно, и поэтому не может быть освоено обучающимся (и / или диагностировано преподавателем) в одной учебной ситуации, «в один шаг», т.е. одномоментно. В такой ситуации формирование предметной компетенции возможно посредством последовательного овладения

Репозиторий ВГУ

субкомпетенциями. В отдельных случаях при принципиальной невозможности оценить компетенцию «целиком» диагностические процедуры могут быть также организованы как поэтапное оценивание субкомпетенций с последующим интегрированием оценки.

Например, предметная компетенция «Проверить на точность настройки телескоп и провести наблюдение двойной звезды по заданным координатам» включает в себя сразу три субкомпетенции, связанные с подготовкой и настройкой телескопа, усвоением понятий о системе координат и знанием методов наблюдения двойных звёзд. Сформированность компетенции в целом идентифицируется посредством суммирования оценок субкомпетенций, а не знаний и умений, необходимых для их освоения.

Из приведённого примера становится понятным, что наборы предметных субкомпетенций могут отличаться в разных учебных дисциплинах. Субкомпетенции помогают идентифицировать, а значит и оценить отдельные составляющие деятельности ученика (операции / умения / знания).

Точно так же, как и в приведённом примере, учитель может (что интуитивно и делается на практике) без ущерба к основному смыслу компетенции дифференцировать её на части.

6. Примерный перечень компетенций предмета «Астрономия»

Если кратко определить, то компетентность – это умение мобилизовать в конкретной ситуации полученные знания и опыт. Астрономия как учебный предмет средней общеобразовательной школы – это дидактический эквивалент науки астрономии, преобразованный с учётом целей задач, ступени обучения, возрастных и психофизиологических особенностей школьников.

Обучение астрономии в средней школе предполагает формирование и развитие в процессе обучения социально значимых ценностных ориентаций, формирование и развитие ключевых и предметно-специальных компетенций, опыта творческой деятельности, умений ориентироваться в потоке информации и анализировать её, способности к самостоятельному добыванию знаний, формирование системных астрономических знаний, создающих основу для непрерывного образования и самообразования.

Исходя из выше заявленной нами структуры компетенций предмета «Астрономия» (рис. 5) представим основные компетенции для данного предмета в развёрнутом виде.

Репозиторий ВГУ

Метапредметные компетенции

- ❖ Самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях.
- ❖ Определять несколько путей достижения поставленной цели.
- ❖ Выбирать наиболее оптимальный путь достижения цели (предусмотреть последовательность «шагов» и оптимальный характер действий для достижения запланированного результата).
- ❖ Задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.
- ❖ Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.
- ❖ Оценивать последствия достижения поставленной цели в учебной деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.
- ❖ Развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств (компетенция, относящаяся к владению устной и письменной коммуникацией, особенно важна для работы и в социальной жизни, всё большую важность в этом плане приобретает владение иностранными языками).
- ❖ Воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития (способность справляться с неуверенностью в себе, так же как и с поучениями и критикой).
- ❖ Этическая компетентность, личное мнение и профессиональные ценности (способность принимать основанные на них решения в проблемных ситуациях; межличностное взаимодействие и сотрудничество, уважительное отношение к различным мнениям; способность слушать других людей и принимать во внимание то, что они говорят).

Общепредметные компетенции

- ❖ Критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций (критическое и системное мышление, обуславливающее обоснованный выбор предстоящих действий, тенденция контролировать свою деятельность).
- ❖ Распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках, проявляя при этом открытость новым и разнообразным идеям и точкам зрения (компетенция, связанная с информатизацией общества, владение этими технологиями, понимание их применения, слабых и сильных сторон; критическое суждение в отношении информации, распространяемой массмедийными средствами и рекламой).
- ❖ Использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий.
- ❖ Осуществлять развёрнутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.
- ❖ Искать и находить обобщённые способы решения задач.
- ❖ Приводить критические аргументы, как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений других.
- ❖ Анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации (готовность работать над чем-либо спорным и вызывающим беспокойство).

Репозиторий ВГУ

- ❖ Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия.
- ❖ Выстраивать индивидуальную образовательную траекторию (готовность к постоянному повышению своего образовательного уровня, способность самостоятельно приобретать новые знания и умения, способность к саморазвитию).
- ❖ Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и самостоятельно выполнять консультативные функции; ставить проблему и работать над её решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).
- ❖ Осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за её пределами).
- ❖ Получить представление о таких понятиях, как концепция, научная гипотеза, метод, эксперимент, гипотеза, модель, метод сбора и метод анализа данных.
- ❖ Обосновывать, чем отличаются исследования в гуманитарных областях от исследований в естественных науках.
- ❖ Интеграция и структурирование знаний (на базе чего решать задачи, находящиеся на стыке нескольких учебных дисциплин – межпредметные задачи).
- ❖ Использовать основные принципы проектной деятельности при решении своих учебно-познавательных задач (создание и разрешение проблемных ситуаций, продуктивное и репродуктивное познание).
- ❖ Иметь навыки деятельности по отношению к информации в учебных предметах и образовательных областях, а также в окружающем мире.
- ❖ Владение современными средствами информации и сетью Интернет; поиск, анализ и отбор необходимой информации, её преобразование, сохранение и передача.
- ❖ Умение пользоваться инструкциями и инструкционными картами.

Предметные компетенции

- ❖ Воспроизводить сведения по истории развития астрономии, о её связях с физикой и математикой.
- ❖ Использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа, спектроскопа и других астрономических приборов.
- ❖ Проверить на точность настройки телескоп и провести наблюдение небесных объектов по заданным координатам.
- ❖ Воспроизводить определения терминов и понятий (созвездие, высота и кульминация звёзд и Солнца, эклиптика, местное, поясное, летнее и зимнее время и другие определённые учебной программой).
- ❖ Объяснять необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля.
- ❖ Объяснять наблюдаемые невооружённым глазом движения звёзд и Солнца на различных географических широтах, движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца.

Репозиторий ВГУ

- Применять подвижную звёздную карту для поиска на небе определённых созвездий и звёзд.
- Воспроизводить исторические сведения о становлении и развитии гелиоцентрической системы мира.
- Вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу, а их размеры – по угловым размерам и расстоянию.
- Формулировать законы Кеплера, определять массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера.
- Описывать особенности движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения по орбитам с различным эксцентриситетом.
- Объяснять причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы.
- Характеризовать особенности движения и маневров космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы.
- Формулировать и обосновывать основные положения современной гипотезы о формировании всех тел Солнечной системы из единого газопылевого облака.
- Описывать природу Луны и объяснять причины её отличия от Земли.
- Перечислять существенные различия природы двух групп планет и объяснять причины их возникновения.
- Проводить сравнение Меркурия, Венеры и Марса с Землёй по рельефу поверхности и составу атмосфер, указывать следы эволюционных изменений природы этих планет.
- Объяснять механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли.
- Описывать характерные особенности природы планет-гигантов, их спутников и колец.
- Характеризовать природу малых тел Солнечной системы и объяснять причины их значительных различий.
- Описывать явления метеора и болида, объяснять процессы, которые происходят при движении тел, влетающих в атмосферу планеты с космической скоростью.
- Описывать последствия падения на Землю крупных метеоритов.
- Объяснять сущность астероидно-кометной опасности, возможности и способы её предотвращения.
- Характеризовать физическое состояние вещества Солнца и звёзд и источники их энергии.
- Описывать внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности.
- Объяснять механизм возникновения на Солнце грануляции и пятен.
- Описывать наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю.
- Вычислять расстояние до звёзд по годичному параллаксу.
- Называть основные отличительные особенности звёзд различных последовательностей на диаграмме «спектр – светимость».
- Сравнивать модели различных типов звёзд с моделью Солнца.
- Объяснять причины изменения светимости переменных звёзд.

Репозиторий ВГУ

- Описывать механизм вспышек новых и сверхновых.
- Оценивать время существования звёзд в зависимости от их массы.
- Описывать этапы формирования и эволюции звезды.
- Характеризовать физические особенности объектов, возникающих на конечной стадии эволюции звёзд: белых карликов, нейтронных звёзд и чёрных дыр.
- Объяснять смысл космологических понятий (Вселенная, модель Вселенной, Большой взрыв, реликтовое излучение).
- Характеризовать основные параметры Галактики (размеры, состав, структура и кинематика).
- Определять расстояние до звёздных скоплений и галактик по цефеидам на основе зависимости «период – светимость».
- Распознавать типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные).
- Сравнивать выводы А. Эйнштейна и А.А. Фридмана относительно модели Вселенной.
- Обосновывать справедливость модели Фридмана результатами наблюдений «красного смещения» в спектрах галактик.
- Формулировать закон Хаббла.
- Определять расстояние до галактик на основе закона Хаббла.
- Оценивать возраст Вселенной на основе постоянной Хаббла.
- Интерпретировать обнаружение реликтового излучения как свидетельство в пользу гипотезы горячей Вселенной.
- Классифицировать основные периоды эволюции Вселенной с момента начала её расширения – Большого взрыва.
- Интерпретировать современные данные об ускорении расширения Вселенной как результата действия антитяготения «тёмной энергии» – вида материи, природа которой ещё неизвестна.

Субпредметные компетенции

Одной из важнейших предметных компетенций учащихся является учебно-познавательная. Она может включать:

- *Информационные субкомпетенции* (умение работать с учебником, текстом, дополнительной литературой, составить план прочитанного, выделить главное, работать с астрономическими таблицами и диаграммами)
- *Интеллектуальные субкомпетенции* (анализ, синтез, обобщение прогнозирование, сравнение, классификация, исследование, моделирование и проектирование, рефлексия).
- *Организационные субкомпетенции* (определение цели, выделение критериев успеха и оценки, планирование, самоорганизация на деятельность, самоанализ и самоконтроль, самооценка, самокоррекция и рефлексия);
- *Коммуникативные субкомпетенции* (умение ставить вопросы, слушать и слышать, участвовать в дискуссии, работать в группе, осуществлять взаимоконтроль и взаимную оценку).
- *Субкомпетенции функциональной грамотности* (умение отличать факты от домыслов, владение измерительными навыками, использование вероятностных, статистических и иных методов познания).

Репозиторий ВГУ

- *Математические субкомпетенции* (умение проводить вычисления, включая округление и оценку (прикидку) результатов действий использовать для подсчётов известные формулы; умение извлечь и проинтерпретировать информацию, представленную в различной форме (таблиц, диаграмм, графиков, схем и др.; умение вычислять длины, площади и объемы реальных объектов при решении практических задач).

Сейчас профессии, связанные с компьютерами, – одни из самых популярных среди молодежи. Многие выпускники вузов разных специальностей становятся программистами, благодаря хорошей физико-математической подготовке, включающей отличное знание компьютеров. В астрономии их привлекает обилие интереснейших компьютерных приложений. Сейчас нужны специалисты по обработке результатов астрономических наблюдений и изображений, по автоматизации наблюдений, по математическому моделированию. Без усвоения основополагающих принципов астрономической науки, перейти на более высокий уровень астрономических экспериментов практически невозможно. Простейшие астрономические эксперименты позволят школьнику наглядно дать ответы на такие вопросы, как например: Чем отличается геостационарная орбита спутника от геоцентрической? Как определить массу Земли или Солнца? Как получается, что Луна всегда повёрнута к нам одной стороной? Почему кольца Сатурна прозрачные? Оказывается, что дать ответы на эти и ряд других подобных вопросов можно без долгих вербальных объяснений и рассуждений (которые могут быть не всегда ученику понятны и интересны), а только на основе простого астрономического эксперимента.

7. Методика формирования компетентностного подхода в астрономии

В образовательной практике компетентностный подход может быть реализован учителем, если его действия будут направлены на развитие в классе развивающей среды. К необходимым условиям этого следует отнести создание следующих ситуаций:

- Учить задавать вопросы к наблюдаемым фактам, отыскивать причины явлений, обозначать своё понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме. Необходимо чаще использовать вопрос «Почему?», чтобы научить мыслить причинно: понимание причинно-следственных связей является обязательным условием развивающего обучения.
- Демонстрировать учащимся, что осознание того, что я чего-то «не знаю», «не умею» или «не понимаю», не только не стыдно, но является первым шагом к «знаю», «умею» и «понимаю».
- Учить организовывать планирование, анализ, рефлексию, самооценку своей учебно-познавательной деятельности.

Репозиторий ВГУ

- Понимать осознанность цели работы и ответственности за результат.
- Поощрение за попытки что-то сделать самостоятельно.
- Демонстрировать заинтересованность в успехе учащихся в достижении поставленных целей.
- Включать учащихся в разные виды деятельности.
- Побуждать к выражению и обоснованию своей точки зрения, отличной от точек зрения окружающих.
- Создавать разные формы мотивации, позволяющие включать в мотивированную деятельность разных учащихся и поддерживать их активность.
- Создавать условия для проявления инициативы на основе собственных представлений.
- Учить не бояться высказывать своё понимание или способы решения какой-либо проблемы, особенно в тех случаях, когда оно расходится с пониманием большинства. Помогать ученикам справляться с ошибками.
- Учить задавать вопросы и высказывать предложения.
- Выступать устно и письменно о результатах своего исследования.
- Учить выслушивать и стараться понять мнение других, но иметь право не соглашаться с ним.
- Учить определять свою позицию относительно обсуждаемой проблемы.
- Доводить до полного понимания учащимися оценки результатов их работы.
- Учить осуществлять самооценку своей деятельности и её результатов по известным критериям.
- Делиться с учениками своими мыслями и ожиданиями относительно обсуждаемой проблемы, темы или конкретной ситуации их деятельности.

Таким образом, компетентностный подход предусматривает ориентацию учебного процесса на развитие самостоятельности и ответственности ученика за результаты своей деятельности. Формирование компетентностей учеников обусловлено реализацией не только содержанием образования. Центральным моментом в организации обучения в духе компетентностного подхода является поиск и освоение таких форм обучения, в которых акцент ставится на самостоятельной учебной деятельности самих учащихся. Таких форм в мировом опыте довольно много [18]. Это различные формы проблемного, проектного и личностно-ориентированного обучения, практико-ориентированного обучения, использование ИКТ, интерактивных технологий, деятельностный подход и др. Общий знаменатель всех форм обучения, направленных на развитие или формирование ключевых компетенций можно сформулировать так: это смещение акцента с односторонней активности учителя на самостоятельное учение, ответственность и активность самих учеников.

Так как одно из ведущих требований при переходе к компетентностному подходу заключается в предоставлении большей

Репозиторий ВГУ

степени свободы и ответственности самому ученику, то многие изменения в деятельности учителя связаны с переориентацией его работы на развитие мотивации и активности самого ученика. По сути дела задачей учителя становится помощь ученику.

Итак, главная особенность компетентностного подхода как педагогического явления – это не специфические предметные умения и навыки, даже не абстрактные умственные действия или логические операции, а универсальные, конкретные, жизненные, необходимые человеку любой профессии, возраста, способы решения проблемных ситуаций. Комплекс этих жизненных умений является центральным в системе компетентностного подхода, а также конечным результатом обучения.

Чем же должен руководствоваться учитель, понимая необходимость формирования ключевых компетенций у своих учеников? Прежде всего, независимо от технологий, методов, приёмов, которые использует учитель, он должен помнить правило: главное – это не предмет, которому Вы учите, а личность, которую Вы формируете. Не предмет формирует личность, а учитель своей деятельностью, связанной с изучением предмета.

Следует заметить, что внедрение компетентностного подхода в учебный процесс часто осуществляется на интуитивном уровне, с опорой на традиционные наработанные методики и практический опыт учителей, несколько в стороне остались подходы к оцениванию компетенций.

Анализ литературных источников показывает, что одной из важных и наиболее трудных является проблема оценивания уровня сформированности компетенций как обучающихся, так и специалистов [2; 3; 14].

Параллельно заметим, что вопрос оценивания компетенций окончательно пока не решён в вузовской среде и тем более на уровне общеобразовательных школ. Ведь для этого требуется не только сформировать определённые компетенции, но и разработать критерии, выявить и зафиксировать какие из компетенций и на каком уровне сформированы. Данный момент только начинает осознаваться педагогической общественностью.

Оценочные средства для компетенций отличаются от оценочных средств привычного каждому учителю контроля знаний, умений и навыков тем, что все формируемые у ученика компетенции являются интегральными, комплексными характеристиками уровня его достижений.

Обычно среди видов оценочных средств для выявления уровня сформированности компетенций выделяют количественные и качественные средства. Среди количественных оценочных средств

Репозиторий ВГУ

Н.Ф. Ефремова [2] выделяет стандартизированные анкеты и стандартизированные тесты. К качественным оценочным средствам она относит опросники, кейс-измерители, портфолио и задания творческого уровня (рис. 263). Особый вид оценочных средств занимают задания, сочетающие качественный и количественный уровни измерений и оценивания. В этот вид оценочных средств входят по классификации Н.Ф. Ефремовой тесты учебных достижений и компетентностные задания.

Разработанные нами ранее тесты учебных достижений по курсу «Астрономия» [1] содержат более 150 тематических заданий, каждое из которых составлено по пяти уровням сложности. Тесты соответствуют учебной программе и учебнику, могут служить одним из видов оценки уровней сформированности предметных компетентностей учащихся. Учебные астрономические эксперименты позволяют оценить субпредметные компетенции учащихся.

В некоторой степени тесты учебных достижений и астрономические эксперименты также позволяют в некоторой степени выявить и оценить уровень сформированности большинства общепредметных и метапредметных компетенций учащихся.

Рассмотренные нами выше тесты учебных достижений и учебные эксперименты относятся к оценочным средствам с низкой формализацией. Они носят черты субъективности, так как зачастую для них размыта оценочная шкала. К оценочным процедурам и средствам с высокой степенью формализации относят стандартизированные тесты и тесты-опросники. Они соотнесены с индивидуальными особенностями и предпочтениями в связи с уровнем освоения компетенции.

Рис. 263. **Классификация видов оценочных средств**

Репозиторий ВГУ

Формализованные средства оценки должны быть стандартизированы по содержанию, процедуре, способам обработки и методам интерпретации результатов посредством составления единых требований, модельных ответов и шкал оценивания.

Кейс-измеритель – совокупность ситуационных моделей. Как пркавило, содержит специальные проблемные задачи для решения которых необходимо проанализировать ситуацию, требующую актуализировать комплекс профессиональных знаний. Обычно кейсовая система измерений используется при подготовке экономистов, менеджеров, юристов [10; 22].

Портфолио представляет собой набор материалов, структурированных определённым образом. Цель его создания сводится к доказательству прогресса в обучении по результатам, приложенным усилиям, материализованным продуктам учебно-познавательной деятельности [20]. Портфолио не используется для сравнения обучающихся между собой, оно ориентировано на самооценку, активное и сознательное отношение к процессу и результатам обучения.

Список использованных источников к данному разделу

1. *Богданович, В.М.* Формирование предметных компетенций школьников по трудовому обучению / В.М. Богданович // Профессиональное образование. – 2013. – № 4. – С. 64–69.

2. *Ефремова, Н.Ф.* Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н.Ф. Ефремова. – М.: Издательство «Национальное образование», 2012. – 416 с.

3. *Кудрявцев, В.Т.* Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы / В.Т. Кудрявцев. – М.: «Знание», 1991. – 80 с.

4. *Хуторской, А.В.* Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А.В. Хуторской. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.

5. *Галузо, И.В.* Астрономические эксперименты – специфическая форма заданий для учащихся / И.В. Галузо // Педагогические инновации–2017: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф., Витебск, 17 мая 2017 г. / Витеб. гос. ун-т. – Витебск, 2017. – С. 171–173.

6. *Галузо, И.В.* Астрономические эксперименты / И.В. Галузо // Юный техник и изобретатель. – 2017. – № 1–12.

7. *Безрукова, В.С.* Педагогика / В.С. Безрукова. – Екатеринбург: Изд-во Свердловского инженерно-педагогического института, 1993. – 320 с.

8. *Зимняя, И.А.* Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.

9. *Огарев, Е.И.* Компетентность образования: социальный аспект / Е.И. Огарев. – М.: РАО ИОВ, 1995. – 234 с.

10. *Татур, Ю.Г.* Образовательный процесс в вузе: методология и опыт проектирования / Ю.Г. Татур. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 153 с.

Репозиторий ВГУ

11. *Сахарова, Н.С.* Категории «компетентность» и «компетенция» в современной образовательной парадигме / Н.С. Сахарова // Вестн. Омского гос. ун-та. – 1999. – Вып. 3. – С. 51–58.

12. Равен, Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация: пер. с англ. / Дж. Равен. – М.: «Когито-Центр», 2002. – 396 с.

13. *Коростелёв, А.А*. Компетентностный подход: проблемы терминологии / А.А. Коростелёв, О.Н. Ярыгин // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 2. – С. 212–220.

14. *Кудрявцева, Е.И*. Компетенции и менеджмент: компетенции в менеджменте, компетенции менеджеров, менеджмент компетенций: монография / Е.И. Кудрявцева. – СПб.: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2012. – 340 с.

15. *Рубцов, В.В.* Компетентностный подход как концептуальная основа связи профессионального образования и профессионального труда / В.В. Рубцов, Ю.М. Забродин // Вестник практической психологии образования. – 2012. – № 3.

16. *Хуторской, А.В*. Современная дидактика: учеб. пособие / А.В. Хуторской. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 2007. – 640 с.

17. *Чучалин, А.И*. «Американская» и «болонская» модель инженера: сравнительный анализ компетенций / А.И. Чучалин // Вопросы образования. – 2007. – № 1. – С. 84–94.

18. *Запрудский, Н.И*. Технология исследовательской деятельности учащихся: сущность и практическая реализация / Н.И. Запрудский // Фізіка: праблемы выкладання. – 2009. – № 4. – С. 51–57.

19. *Галузо, И.В*. Астрономия. 11 класс: тематический контроль: пособие для учителей / И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалёв. – Минск: Аверсэв, 2017. – 208 с.

20. *Галузо, И.В.* Портфолио учителя: вопросы и ответы / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2017. – № 2(16). – С. 15–21.

Репозиторий ВГУ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных информационных технологий в образовательном процессе является залогом подготовленности специалистов в учебных заведениях и их конкурентоспособности в будущем. На сегодняшний день весьма актуальной является поддержка идей, которые однозначно позволяют без значительных усилий и особых финансовых затрат модернизировать национальное образование, начиная от школы и заканчивая вузами.

В последние годы в зарубежной литературе получил широкое распространение термин e-Learning, означающий процесс обучения в электронной форме через сеть Интернет. Параллельно с данными процессами в той или иной мере совершался переход от традиционного обучения к обучению на базе компьютерных технологий и в нашей стране в течение примерно двух десятков лет.

Условно этапы развития обучения с использованием компьютерных технологий можно представить таким образом:

1) дисциплины некоторых курсов на базе CD-ROM;

2) дистанционное обучение (на платформе MOODLE и появившихся более совершенных);

3) e-Learning, позволяющее оторвать обучающегося от конкретного места обучения.

Отметим, что каждый из последующих этапов как бы включал в себя предыдущий. Применение простейших материально-технических средств и организация курсов на базе CD-ROM исторически появились самыми первыми.

Специфические требования к содержанию обучения любого учебного предмета заключаются в формировании гибких и мобильных знаний, а также в умении использовать их в нетипичных ситуациях. Для решения этой педагогической задачи совместно с электронным обучением должен успешно применяться компетентностный подход к организации учебного процесса.

Компетентностный подход в рамках личностно ориентированной парадигмы задаёт набор компетенций, ориентированных на смысловую составляющую любого вида профессиональной деятельности. Обладая такими компетенциями, возникающими в результате специально инициированной учебной деятельности, обучаемый получает возможность выстраивать свою индивидуальную учебную деятельность адекватно условиям современности. Компетентностный подход выступает в качестве оппонента утвердившейся давно ЗУНовской парадигме.

Репозиторий ВГУ

Основными результатами деятельности образовательных учреждений должна стать не система знаний, умений и навыков сама по себе. Речь идёт о наборе ключевых компетенций учащихся в интеллектуальной, информационной, правовой и других сферах.

Таким образом, подход к подготовке специалиста предполагает не усвоение учеником (уже начиная со школы) отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение ими в комплексе. В связи с этим меняется, а точнее, по иному принципу определяется система методов обучения. В основе отбора и конструирования методов обучения лежат структура соответствующих компетенций и функции, которые они выполняют в образовании.

Оценивание результатов обучения в рамках компетентностного подхода позволяет совершенствовать содержание обучения, обеспечивать обратную связь между учителем (преподавателем) и учениками (студентами), активизировать самостоятельную работу последних.

Требуется развитие и совершенствование специально разработанного программного обеспечения и продуктов для дистанционного обучения – дополненной и виртуальной реальности. Всё это накладывается на подготовку и переподготовку педагогических кадров. Целенаправленное внедрение в образовательный процесс новейших технологий, основанных на использовании компьютерной техники, поможет индивидуализировать процесс образования и, что самое важное, приспособить его к потребностям и особенностям каждого обучаемого, повысить уровень квалификации и подготовки кадров с учётом актуальных запросов рынка труда.

Репозиторий ВГУ

С П И С О К
АВТОРСКИХ ПУБЛИКАЦИЙ И.В. ГАЛУЗО [1]

1. *Галуза, І.В.* Эфектыўны метад: Удасканалены паэлементна-матрычны метад дыягностыкі ўзроўню засваення ведаў навучэнцамі / І.В. Галуза // Народная асвета. – 1998. – № 7. – С. 57–65.

2. *Галузо, И.В.* Интерактивная лекция в СДО MOODLE: создание и использование / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2014. – № 3(5). – С. 27–31.

3. *Галузо, И.В.* «Стоп-кадр» / И.В. Галузо // Профессионально-техническое образование. – 1978. – № 10. – С. 30.

4. *Галузо, И.В.* Астрономические эксперименты: метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 159 с.

5. *Галузо, И.В.* Астрономия в интернете / И.В. Галузо // Фізіка: праблемы выкладання. – 2007. – № 4(57). – С. 56–63.

6. *Галузо, И.В.* Астрономия. 10–11 классы. Часть 1 / И.В. Галузо, Р.В. Опарин, Н.В. Диянов, Е.В. Владимирова, А.М. Владимиров. – Барнаул: АКИПКРО, 2017. – 340 с.

7. *Галузо, И.В.* Видеомагнитофон на уроке / И.В. Галузо // Профессионально-техническое образование. – 1980. – № 7. – С. 26–27.

8. *Галузо, И.В.* Виртуальная образовательная среда Витебского государственного университета имени П.М. Машерова / И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Современное образование Витебщины. – 2013. – № 1. – С. 19–25.

9. *Галузо, И.В.* Глоссарий как структурный элемент курса в СДО MOODLE / И.В. Галузо, Т.И. Сапелко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XIX(66) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта 2014 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2014. – Т. 2. – С. 16–18.

10. *Галузо, И.В.* Дидактические карточки с познавательным материалом / И.В. Галузо // Физика в школе. – 1979. – № 2. – С. 52–53.

11. *Галузо, И.В.* Дидактические сценарии уроков астрономии / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2017. – № 4(18). – С. 41–48.

12. *Галузо, И.В.* Дополненная реальность – главная особенность современных учебных пособий / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Цифровая трансформация образования: науч.-практ. конф., Минск, 30 мая 2018 г.: электрон. сб. тез. – Минск: ГИАЦ Минобразования, 2018. – С. 291–294.

13. *Галузо, И.В.* Дополненная реальность как один из элементов усовершенствования школьных учебных пособий / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Современное образование Витебщины. – 2018. – № 3. – С. 47–53.

14. *Галузо, И.В.* Из опыта работы по изготовлению и применению в учебном процессе тренажёров-экзаменаторов / И.В. Галузо // Комплексное применение технических средств обучения в учебном процессе средних профессионально-технических училищ: тез. докл. участников Всесоюз. науч. конф.: в 2 ч. – М.: Госкомитет СМ СССР по профтехобразованию, 1976. – Ч. 2. – С. 250–251.

15. *Галузо, И.В.* Индивидуализация обучения и контроля учебных достижений студентов с использованием модульно-рейтинговой системы / И.В. Галузо // Вышэйшая школа. – 2011. – № 6. – С. 27–32.

[1] Список публикаций, используемых в написании монографии, по проблеме электронного обучения студентов и школьников.

Репозиторий ВГУ

16. *Галузо, И.В.* Интенсификация лабораторных работ по физике с помощью интерактивных инструкций / И.В. Галузо, А.А. Шаурко // Информационные технологии в системе подготовки и повышения квалификации специалистов в области образовательного менеджмента: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф., Хмельницкий, 19–23 сент. 2011 г. / отв. ред. В.В. Стадник. – Хмельницкий, 2011. – С. 105–107.

17. *Галузо, И.В.* Использование QR-кодов в образовательной деятельности в контексте внедрения технологии m-Learning (мобильное обучение) / И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIII(70) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 15 февр. 2018 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2018. – Т. 2. – С. 43–45.

18. *Галузо, И.В.* Использование технологии QR-кодов в образовательной деятельности // И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Современное образование Витебщины. – 2018. – № 1. – С. 33–39.

19. *Галузо, И.В.* Как лучше обучать работе с микрокалькулятором / И.В. Галузо // Профессионально-техническое образование. – 1982. – № 11. – С. 14–17.

20. *Галузо, И.В.* Компетентностный подход в преподавании астрономии / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2018. – № 2. – С. 3–17.

21. *Галузо, И.В.* Контент дистанционного обучения школьников по физике в среде MOODLE / И.В. Галузо, О.М. Трубловская, П.А. Сташулёнок // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию МГУ имени А.А. Кулешова, Могилёв, 20–22 февр. 2013 г. / МГУ имени А.А. Кулешова; под общ. ред. Т.Ю. Герасимовой, Д.В. Киселёвой. – Могилёв, 2013. – С. 98–99.

22. *Галузо, И.В.* Концепция электронного учебного издания «Астрономический конструктор» / И.В. Галузо, В.А. Голубев // Учебник математики, физики, информатики и астрономии в системе среднего и высшего образования: сб. материалов респ. науч.-практ. конф., Могилёв, 22–23 окт. 2009 г. / МГУ им. А.А. Кулешова; под ред. С.М. Чернова. – Могилёв, 2010. – С. 167–170.

23. *Галузо, И.В.* Методика реализации обучающей функции тестов в среде MOODLE / И.В. Галузо, В.В. Небышинец, П.А. Сташулёнок // Современное образование Витебщины. – 2013. – № 1. – С. 76–80.

24. *Галузо, И.В.* Моделирование физических процессов при помощи графопроектора / И.В. Галузо // Физика в школе. – 1984. – № 1. – С. 48.

25. *Галузо, И.В.* Мультимедийные технологии в учебном процессе: курс лекций / И.В. Галузо. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2003. – 132 с.

26. *Галузо, И.В.* Об интенсификации учебного физического эксперимента / И.В. Галузо // Организация самостоятельной познавательной деятельности учащихся при изучении физики: тез. докл. респ. науч.-практ. конф. / МГУ имени А.А. Кулешова; под ред. Т.Ю. Герасимовой. – Могилёв, 2005. – С. 75–77.

27. *Галузо, И.В.* Обучение учащихся работе с микрокалькулятором / И.В. Галузо // Использование микрокалькуляторов в учебном процессе. – Минск: Выш. школа, 1984. – С. 3–11.

28. *Галузо, И.В.* Оптическая насадка для уменьшения изображения / И.В. Галузо // Физика в школе. – 1979. – № 1. – С. 62.

29. *Галузо, И.В.* Организация лабораторных работ студентов с опорой на интернет-ресурсы посредством QR-кодов / И.В. Галузо // Наука – образованию, производству, экономике : материалы XXIV(71) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 14 февр. 2019 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2019. – Т. 2. – 164 с.

30. *Галузо, И.В.* От графопроектора к мультимедийному электронному проектору / И.В. Галузо // Фізіка: праблемы выкладання. – 2002. – № 1. – С. 78–84.

Репозиторий ВГУ

31. *Галузо, И.В.* Педагогические требования к школьному учебнику физики / И.В. Галузо // XII(59) Науч. сессия преподавателей, научных сотрудников и аспирантов университета: сб. ст. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Г.И. Михасёв (отв. ред.) [и др.]. – Витебск, 2007. – С. 86–90.

32. *Галузо, И.В.* Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике (7 класс): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 22 с.

33. *Галузо, И.В.* Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике (8 класс): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 23 с.

34. *Галузо, И.В.* Подготовка студентов к демонстрационному эксперименту и лабораторным работам по физике с использованием QR-кодов (7–11 классы): метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 91 с.

35. *Галузо, И.В.* Портфолио учителя: вопросы и ответы / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2017. – № 2(16). – С. 15–21.

36. *Галузо, И.В.* Проектирование модульной технологии обучения и контроля знаний студентов вуза в условиях продуктивного образовательного процесса / И.В. Галузо // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXII(69) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 9–10 февр. 2017 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т.; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2017. – Т. 2. – С. 72–74.

37. *Галузо, И.В.* Работа с графопроектором на уроках физики / И.В. Галузо. – Минск: Выш. школа, 1982. – 17 с.

38. *Галузо, И.В.* Развитие познавательной активности учащихся при изучении астрономии / И.В. Галузо // Современное образование Витебщины. – 2016. – № 4. – С. 30–34.

39. *Галузо, И.В.* Система дистанционного обучения MOODLE в рисунках и схемах: метод. рекомендации / И.В. Галузо. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 32 с.

40. *Галузо, И.В.* Ситуации педагогической целесообразности использования программно-дидактических средств при обучении физике / И.В. Галузо // Организация самостоятельной познавательной деятельности учащихся при изучении физики: респ. науч.-практ. конф. / МГУ им. А.А. Кулешова; под ред. Т.Ю. Герасимовой. – Могилёв, 2005. – С. 16–17.

41. *Галузо, И.В.* Современная видеотехника и ее применение в учебном процессе: метод. пособие / И.В. Галузо, А.П. Дроздов. – Витебск: ИПКиПРРиСО, 2000. – 77 с.

42. *Галузо, И.В.* Структура дистанционного обучения школьников и методическое сопровождение учебного процесса в среде MOODLE / И.В. Галузо, А.В. Лукомский, В.В. Небышинец // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию МГУ имени А.А. Кулешова, Могилёв, 20–22 февр. 2013 г. / МГУ имени А.А. Кулешова; под общ. ред. Т.Ю. Герасимовой, Д.В. Киселёвой. – Могилёв, 2013. – С. 96–98.

43. *Галузо, И.В.* Структура и содержание электронного дидактического обеспечения учебных дисциплин в модульно-рейтинговой системе контроля учебных достижений студентов / И.В. Галузо // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XVI(63) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 16–17 марта 2011 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2011. – Т. 2. – С. 125–126.

44. *Галузо, И.В.* Сущность и оценочные средства компетентностного подхода в преподавании астрономии / И.В. Галузо // Фізіка. – 2018. – № 3. – С. 45–56.

45. *Галузо, И.В.* Теоретико-методологические основы индивидуализации обучения студентов в системе высшего профессионального образования посредством модульно-рейтинговой технологии / И.В. Галузо // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф.,

Репозиторий ВГУ

посвящённой 60-летию доктора физико-математических наук Н.Т. Воробьёва, Витебск, 21–22 июня 2011 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Л.А. Шеметков (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 104–106.

46. *Галузо, И.В.* Тесты по курсу «Методика преподавания физики» / И.В. Галузо. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2007. – 88 с.

47. *Галузо, И.В.* Технология дополненной реальности как способ усовершенствования школьных учебников / И.В. Галузо, Р.В. Опарин // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIII(70) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 15 февр. 2018 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2018. – Т. 2. – С. 161–164.

48. *Галузо, И.В.* Тренировочные тесты по курсу «Охрана труда» для профессорско-преподавательского состава УО «ВГУ им. П.М. Машерова» / И.В. Галузо [и др.] / Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. – 36 с.

49. *Галузо, И.В.* Условия и формы реализации индивидуализации обучения студентов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XIX(66) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта 2014 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2014. – Т. 2. – С. 15–16.

50. *Галузо, И.В.* QR-коды в образовательной деятельности / И.В. Галузо, А.В. Лукомский // Адукацыя і выхаванне. – 2018. – № 2. – С. 32–40.

51. *Галузо, И.В.* Дополненная реальность в структуре современного учебного пособия (на примере астрономии) / И.В. Галузо // Адукацыя і выхаванне. – 2018. – № 5. – С. 49–57.

52. *Коршиков, Ф.П.* Компьютерные технологии в интерактивном изучении оптики в средней школе / Ф.П. Коршиков, И.В. Галузо, С.Н. Пастушонок // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы VII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2015. – С. 112–114.

53. *Коршиков, Ф.П.* Компьютерные технологии в интерактивном изучении оптики в вузе / Ф.П. Коршиков, И.В. Галузо, Е.В. Бажгина, С.Н. Пастушонок // Инновационные технологии обучения физико-математическим профессионально-техническим дисциплинам: материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 22–25 марта 2016 г. / УО «МГПУ им. И.П. Шамякина»; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2016. – С. 33–35.

54. *Коршиков, Ф.П.* Реализация межшкольного дистанционного проекта по организации исследовательской работы школьников в системе СДО MOODLE / Ф.П. Коршиков, И.В. Галузо, В.П. Яковлев, С.Н. Пастушонок // Инновационные технологии обучения физико-математическим профессионально-техническим дисциплинам: материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 22–25 марта 2016 г. / УО «МГПУ им. И.П. Шамякина»; редкол.: И.Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2016. – С. 226–227.

55. *Пастушонок, С.Н.* О комплексном подходе при изучении оптики в высших учебных заведениях / С.Н. Пастушонок, Ф.П. Коршиков, И.В. Галузо // Образовательный процесс: методика, опыт, проблемы: сб. науч.-метод. ст. № 55. – Минск: ВА РБ, 2017. – С. 56–59.

Репозиторий ВГУ

Научное издание

ГАЛУЗО Илларион Викторович

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ

Монография

Технический редактор *Г.В. Разбоева*
Корректор *А.Н. Фенченко*
Компьютерный дизайн *И.В. Волкова*

Подписано в печать . Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 17,78. Уч.-изд. л. 23,40. Тираж 55 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.

Репозиторий ВГУ