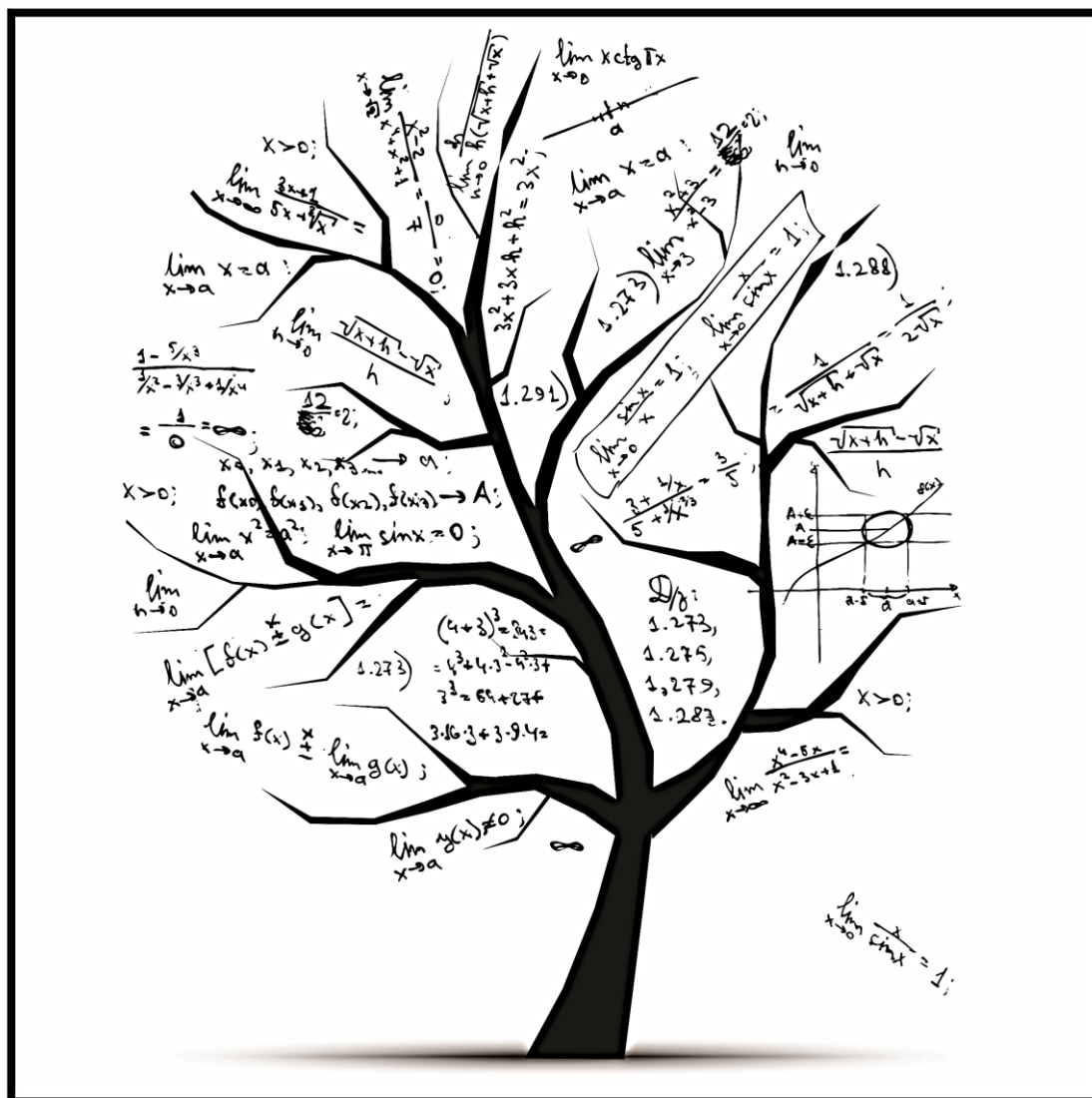


П. М. Горев
О. Л. Лунева

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ ПРОЕКТЫ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Математический и естественнонаучный циклы

Учебно-методическое пособие



Киров, 2014

УДК 372.851
ББК 74.262.21я72
Г68

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Межрегионального центра инновационных технологий в образовании

*Книга входит в серию учебных и учебно-методических пособий
«Из опыта работы Лицея № 21 г. Кирова. Математика»*

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор *О. В. Коршунова*;
кандидат физико-математических наук *Е. В. Кантор*;
кандидат педагогических наук, доцент *Н. А. Зеленина*

Горев П. М., Лунеева О. Л.

Г68 Межпредметные проекты учащихся средней школы: Математический и естественнонаучный циклы: Учебно-методическое пособие. – Киров: Изд-во МЦИТО, 2014. – 58 с.

ISBN 978-5-906642-02-8

Пособие знакомит читателя с методическими аспектами подготовки, разработки и проведения межпредметных проектов по математике и естественнонаучным дисциплинам, изучаемым в средней школе. Отдельная глава посвящена описанию возможных проектов учащихся, каждый из которых снабжен списком рекомендуемой для его осуществления литературы. Также приводится разработка рабочей тетради, позволяющей эффективно организовать работу школьников над межпредметными проектами.

Описанная в пособии методика многократно апробирована авторами в работе с учащимися 8–10-х классов МОАУ «Лицей № 21» г. Кирова как непосредственно в учебном процессе, так и во внеклассной работе со школьниками в рамках лагерей-тренингов «Математика. Творчество. Интеллект», ведущих историю с 2001 года.

Пособие представляет интерес для учителей математики и естественнонаучных дисциплин, студентов педагогических направлений подготовки, учащихся старших классов средних школ и всех тех, кто находится в творческом поиске новых возможностей саморазвития в области математики.

УДК 372.851
ББК 74.262.21я72

ISBN 978-5-906642-02-8 © АНО ДПО «Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании», 2014
© Горев П. М., Лунеева О. Л., 2014

Предисловие, или Зачем нужны проекты по математике

Многие учителя математики весьма скептически относятся к применению метода проектов в обучении школьников своему предмету: кто-то просто не может разобраться в смысле такой деятельности учащихся, кто-то не видит результативности этой образовательной технологии применительно к своей дисциплине. Однако эффективность метода проектов для большинства школьных предметов уже неоспорима.

В настоящее время на различных уровнях проводится очень много конкурсов ученических проектов – по химии, биологии, истории и многим-многим другим предметам. А математика здесь выделяется. Почему? Во-первых, потому, что среднестатистический школьник не владеет тем математическим аппаратом, который бы позволил ему создать нечто объективно новое с точки зрения науки математики: он не решит проблемы Гильберта, не докажет теорему Ферма более простым способом... И проблема здесь далеко не в том, что учителя неважно учат или плохи школьные образовательные программы, а в том, что ученик еще не способен на те абстракции, которыми оперируют математики «со стажем».

С другой стороны, учителя всячески убеждают ребят в необходимости и важности изучения математики. Многие известные личности без иронии утверждают, что без нее никуда: в учебных кабинетах вывешены их афоризмы, в учебниках отвлеченно говорится о том, что математика применяется в самых разных отраслях науки, техники, культуры, а как это происходит – для школьника остается большим вопросом.

И это в то время, когда математика имеет особое, всеми признанное значение для формирования научного мировоззрения личности ученика. Математические знания, бесспорно, должны быть как можно больше приближены к реальной жизни; учащийся должен иметь представление о математике как об универсальном научном языке описания действительности.

После школы ученики идут получать специальность. И снова сталкиваются с теми же вопросами: «Зачем интегралы? Зачем дифференциальные уравнения?» А если дело доходит до дисциплин, связанных с математическим моделированием? Как научную или вполне обычную, почти будничную проблему перевести на математический язык? Порой даже отличники, которые с ходу решают сложные зада-

чи, не могут справиться с этим. Почему? Потому что не понимают, как это может быть связано с математикой.

А значит, на первый план выходят межпредметные связи математики с другими школьными дисциплинами и жизнью. Большинство же учителей используют эти связи, если существует явная возможность интеграции, зачастую основанная только на вычислениях и решении простейших математических задач, которые содержат термины и понятия интегрируемых дисциплин. По-видимому, иной материал остается оторванным от реальных практических применений получаемых школьниками знаний.

И вот тогда проектная деятельность становится тем связующим звеном, которое выручает всех: ученик способен увидеть **настоящую** связь математики с миром, а учитель мотивирует его на более глубокое изучение дисциплины.

Помимо этого, в ходе работы над проектом учащийся занимается наиболее интересующей его областью знания, работает в группе. Таким образом осуществляется ориентация на профессиональное и социальное определение школьника. Так как в ходе создания проекта происходит усвоение необходимого материала, процесс работы важнее конечного результата. Кроме того, при разработке конечного продукта учащиеся не только стремятся изыскать информацию из литературных источников и ресурсов сети Интернет, но и применяют различные методы научного исследования (опыт, эксперимент, опрос, анкетирование, наблюдение и т. д.), что способствует расширению образовательного пространства, информационной среды обучения.

Да, возникает много сложностей. И прежде всего в том, что слишком трудоемкой оказывается подготовка учителя к осуществлению межпредметной проектной деятельности школьников. Необходимо обработать много материала, продумать план деятельности, результаты будущего проекта, его презентацию и защиту. Нужно пообщаться с учителями других предметов или даже привлечь их к совместной работе, чтобы суметь разобраться в том, над чем будет трудиться ученик. Необходимо суметь организовать ребят, преподнести проект, разработать его и довести до логического завершения.

Все это, конечно, тяжело и отнимает много времени. Но если мы, учителя, говорим, что можем научить, то значит, должны уметь и сами учиться. Если мы хотим, чтобы наши ученики искали что-то новое в нашем предмете, стремились его изучать, мы должны показать, что в нем нет предела для получения новых знаний и творчества!

Глава 1

Методические аспекты разработки межпредметных проектов по математике и естественнонаучным дисциплинам

1.1. Синтез интегральной и проектной технологий в обучении математическим и естественнонаучным дисциплинам

Современная наука все больше использует синтезированные знания, стремится к установлению взаимосвязей между объектами познания, общности между ними, т. е. к интеграции знаний. Поэтому в последнее время весьма актуальным стал вопрос об интегративном подходе к преподаванию различных дисциплин в школе как основе для развития у учащихся интеллектуальных творческих способностей и формирования так называемого интегрального стиля мышления.

Актуальность интеграции обусловлена и тем, что как в науке, так и на практике увеличивается количество комплексных проблем, которые можно решить только с помощью привлечения знаний из разных научных областей. Здесь интегративный подход выступает в качестве базы для формирования у учащихся системных знаний, ясного и четкого видения ими взаимосвязей между дисциплинами, образования обобщенных познавательных умений.

С другой стороны, любому человеку для его успешной самореализации необходимы практико-ориентированные знания. Это определяет актуальность использования в практике преподавания методов и приемов, которые способствуют развитию у школьников умений работать с информацией (поиск, сбор, анализ), выдвигать гипотезы, критиковать их, делать выводы и умозаключения. Одним из таких методов является метод проектов.

Таким образом, подготовка, включающая в себя проектные технологии и интегративный подход, обеспечивает конкурентоспособного специалиста в интегрированном информационном пространстве современного общества.

Математические и естественнонаучные дисциплины как никакие другие требуют использования интеграции в процессе обучения, поскольку именно они направлены на формирование целостных пред-

ставлений об окружающем материальном мире, о связи между предметами на основе ведущих идей и понятий¹.

И. С. Сергеев² выделяет географию, биологию, химию, физику и математику как отдельную группу предметов, которые «формируют систему специальных и общеучебных знаний и умений учащихся». Он пишет, что метод проектов на уроках по этим дисциплинам имеет относительно низкую эффективность, что доказала практика. Однако реализация проектной деятельности по предметам этой группы происходит лучше всего в форме межпредметных проектов.

Это объясняется тем, что тематика не ограничивается ни школьным материалом, ни временем, ни отсутствием доступа к ряду источников информации, которые на уроке использовать в полной мере невозможно (литературные источники, которые встречаются только в библиотечных фондах, получение данных в результате долгосрочных наблюдений и др.).

Подавляющее большинство учителей используют межпредметные связи математических и естественнонаучных дисциплин в том случае, если изучаемая тема имеет явную межпредметную направленность. По-видимому, иной материал остается оторванным от реальных практических применений знаний. Исправить это можно, используя синтез интегральной и проектной образовательных технологий.

Интегрирование – это суммирование, объединение, понятие, обратное понятию дифференцирования, разделения. Относительно дифференцированного содержания школьного образования интегрирование направлено:

- на создание единой картины мира на научной основе;
- ликвидацию повторения и дублирования схожего материала в разных предметах;
- взаимосвязь различных предметных систем знаний;
- разгрузку и оптимизацию режима учебного труда школьников.

Г. К. Селевко выделяет три модели интегральных образовательных технологий, в каждой из которых возможно применение проектных технологий³.

Одним из путей реализации модели «Интегрирование учебных дисциплин», заключающейся в объединении предметных систем различных наук, может являться метод проектов. Например, в настоящее время в школьную практику вводится элективный курс «Основы естественно-

¹ Лямин А. Н. Интегративное обучение химии в современной школе: Монография. Киров: КИПК и ПРО, 2007.

² Сергеев И. С. Как организовать проектную деятельность учащихся: Практическое пособие для работников общеобразовательных учреждений. М.: АРКТИ, 2006.

³ Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий. В 2 т. Т. 1. М.: НИИ школьные технологии, 2006.

научного познания мира», который объединяет такие дисциплины, как математика, физика, химия и биология. Здесь особую эффективность приобретает разработка исследовательских проектов. Это объясняется тем, что проект может стать основой для переработки материала таким образом, чтобы этот элективный курс представлял собой дисциплину, в которой различные разделы науки объединены между собой на единой логической основе. Кроме того, в рамках интегрированных дней или недель, посвященных тем или иным дисциплинам, можно осуществлять защиту междисциплинарных проектов, которые готовились заранее.

Временная модель интегрирования учебных предметов – *модель «синхронизации» параллельных программ, учебных курсов и тем* – позволяет синхронизировать программы, построенные так, чтобы по интегрируемым предметам в данное время изучались темы, близкие по содержанию или по какому-либо другому признаку. Метод проектов в дополнительном образовании здесь может служить средством, позволяющим закрепить, обобщить и углубить знания учащихся по интегрированным дисциплинам.

Модель междисциплинарных связей дает возможность согласовать учебные программы, что обусловлено содержанием наук и дидактическими целями. Проектные технологии в этом случае могут использоваться непосредственно на внеклассных занятиях по этим дисциплинам в виде краткосрочных проектов, которые были бы направлены на обучение школьников методам исследовательской деятельности, открытию новых фактов, установлению взаимосвязей между дисциплинами.

В. В. Гузеев предлагает ввести в школьную практику «недели проектов», которые уже несколько десятилетий практикуются за рубежом. В ходе таких мероприятий учащиеся не ограничены рамками предметов и могут в обобщенной форме применить комплекс полученных знаний⁴.

Кроме того, в профильном и предпрофильном обучении метод междисциплинарных проектов может быть использован в качестве основного на занятиях элективных и междисциплинарных (профориентационных) курсов.

Проектно-исследовательская деятельность, интегрирующая математические и естественнонаучные дисциплины, может обладать различной степенью интеграции (в зависимости от профиля) и широко применяться непосредственно во внеклассной работе.

Таким образом, проектно-исследовательская деятельность может служить основой для формирования у учащихся обобщенных системных знаний, позволяет создать у них целостное представление об окружающем мире. Это объясняется прежде всего тем, что школьники

⁴ Гузеев В. «Метод проектов» как частный случай интегральной технологии обучения // Директор школы. 1995. № 4. С. 39–47.

не ограничиваются страницами учебников, время их работы не является строго регламентированным рамками урока. Метод проектов позволяет учащимся самим найти общую платформу сближения различных предметных знаний, увидеть их взаимосвязь, а это все, в свою очередь, определяет роль и значение интеграции в обучении математике. Автор интегральной образовательной технологии В. В. Гузеев пишет: «...Межпредметные проекты могут выступать в роли интегрирующих факторов в альтернативной школе, помогая преодолевать традиционную дробность и обрывочность нашего образования»⁵.

Мы можем сделать вывод о том, что интегративный подход и проектная деятельность могут эффективно сочетаться как в ходе урока, так и в дополнительном образовании по данным дисциплинам. Исходя из этого, существует возможность синтеза двух образовательных технологий – технологии проектного обучения и интегральной технологии.

1.2. Методика подготовки, разработки и проведения межпредметного проекта и ее особенности

На подготовительной стадии, еще до того, как учащимся сообщается тема проекта, учителю необходимо *уделить особое внимание разграничению научных областей, которым будет посвящен проект, проанализировать возможный объем математического материала в нем, иметь представление о перспективах данной тематики*, сформулировать дидактические цели и дидактические задачи. Здесь необходимо проконсультироваться с учителями-предметниками, познакомиться с требованиями государственного стандарта по интегрируемым дисциплинам.

Основная часть работы над межпредметным проектом состоит из нескольких этапов (см. Приложение 1):

- подготовка проекта;
- планирование деятельности при работе над проектом;
- осуществление исследования;
- подведение итогов и формулирование выводов;
- презентация проекта;
- оценка результатов проекта и процесса его выполнения.

На первом этапе, этапе подготовки, начинается работа с самими учащимися, заключающаяся в делении ребят на группы, формулировании темы и целей проекта. Здесь важно совместно с учениками

⁵ Гузеев В. «Метод проектов» как частный случай интегральной технологии обучения.

определить его творческое название, которое отражало бы как математическую составляющую, так и содержание в нем материала других дисциплин. Наши исследования показали, что это необходимо для того, чтобы разработчики проекта, возвращаясь к теме, вспомнили о междисциплинарной направленности своей работы. Исключениями могут являться проекты по трем и более предметам, в которых роль математики может сильно варьироваться.

Цели и проблемы междисциплинарного проекта должны определяться, исходя из характера интеграции и соотношения объемов материала по участвующим в создании проекта предметам. Здесь опять же возникает необходимость в участии учителя-предметника, чтобы проект не только достигал дидактических целей учителя математики, но и давал прирост в знаниях по интегрируемым дисциплинам.

Следующий этап – этап планирования, включающий в себя:

- определение источников информации;
- определение способов сбора и анализа информации;
- определение способа представления результатов (формы отчета, конечного продукта);
- установление процедур и критериев оценки результатов и процесса;
- распределение задач (обязанностей) между членами команды.

В некоторых случаях математика служит только основой для выбора тех или иных методов исследования и математической обработки его результатов. Например, проект по математике и географии, посвященный описанию климата региона, может служить основой для изучения основ математической статистики, а в ходе изучения в курсе биологии законов Менделя может быть разработан проект о вероятностном характере распределения генов. *Математика в этих случаях дает методы изучения явлений действительности, что важно отразить среди целей проекта.*

После определения учащимися способа представления результатов *стоит акцентировать их внимание на правильном оформлении математических формул и выкладок.* Также на этом этапе важно перечислить возможные источники информации, доступные школьникам (это могут быть научно-популярные книги и журналы, электронные ресурсы). Необходимо *предоставить небольшой список литературы*, который даст при необходимости основу для знакомства с некоторыми начальными теоретическими положениями. Однако в любом случае перед учеником *должна стоять проблема нехватки информации и необходимости ее поиска.* Кроме литературы и интернет-ресурсов учащиеся могут получить информацию из опросов, опытов, наблюдений, процесса изготовления моделей и т. д. Для междисциплинарных проектов это имеет особое значение, поскольку зачастую матема-

тическая составляющая заключается в обработке каких-либо числовых данных с помощью математических методов.

Одна из особенностей метода проектов – неопределенность всего перечня работ, которые предстоит выполнить, а отсюда неясна общая методика его использования. Как показывает практика, есть моменты, относящиеся, как правило, к тактическим задачам, которые не могут быть оценены и спланированы однозначно до начала работы над проектом. Таким образом, достижение целей проекта представляется открытой задачей⁶, основными характеристиками которой являются:

- размытое условие, которое не дает представлений о способах решения, но ясен требуемый результат;
- размытость условия определяет множество путей решения и достижения результата;
- разнообразие путей решения не дает понятия «правильного решения»: решение либо применимо к достижению требуемого условия, либо нет.

Из недостаточной определенности перечня предполагаемых работ вытекает другая особенность – так называемое «управление изменениями» в ходе проекта. Это означает, что каждый последующий этап довольно сильно зависит от результатов предыдущего. Результаты каждого этапа должны оцениваться и анализироваться, а результаты анализа – использоваться для корректировки плана последующих этапов⁷. Нужно понимать, что план действий, составленный на этапе планирования, в ходе работы будет меняться.

Специфической особенностью межпредметных проектов по математике и другим дисциплинам является то, что описание явлений реального мира и происходящих в нем процессов, научные понятия школьникам нужно перевести на математический язык, переходя к более абстрактному представлению действительности. Таким образом, на этапе исследования *должна быть решена некая математическая задача, ответ на которую на этапе оформления результатов и выводов необходимо перевести обратно с математического языка.*

На этих двух этапах роль учителя сводится к консультативной помощи учащимся. Учитель должен направлять их деятельность в методически нужное русло. Здесь необходимо также привлечение учителей-предметников. Тем не менее работа над подобного рода проектами (особенно на этих этапах его разработки) требует от учителя математики высокого уровня знаний в области разрабатываемых тем, широкого кругозора, умения быстро ориентироваться в ситуации.

⁶ Утёмов В. В. Учебные задачи открытого типа // Концепт. 2012. № 5 (Май). ART 1257. URL: <http://e-koncept.ru/2012/1257.htm>.

⁷ Ошибки при работе с проектом. URL: <http://geonik.ucoz.ru/load/1-1-0-5>.

При представлении конечного продукта или отчета, при его защите и презентации необходимо присутствие учителей-предметников, которые могли бы оценить проект с точки зрения их дисциплины, задать вопросы, определить недочеты.

Подходы к оцениванию проектной деятельности могут быть самыми различными. В Приложении 2 приводится одна из возможных схем оценки проекта. *Оценка проекта должна осуществляться учителем математики, учителями-предметниками, другими группами, а также самими авторами проекта.* Для этого нужно заранее продумать стратегии оценивания, подготовить критерии оценки, разработать на их основе оценочные листы.

Применение проектных технологий в школе сопряжено с серьезными трудностями и противоречиями, что требует от учителя высокого мастерства (необходимость оборудования специальных мастерских для выполнения проектов; необходимость крайне разностороннего образования преподавателя; непроработанность вопросов о способах организации и оценки; отсутствие разработанного практического плана действий). Для межпредметных проектов особенно серьезной проблемой является необходимость в большой подготовительной работе к проведению проекта. Учителю необходимо познакомиться с базовыми теоретическими положениями, которые будут использоваться в проекте, продумать возможные направления исследования учащихся, вопросы, которые могут у них возникнуть в ходе разработки.

Глава 2

Межпредметные проекты по математике и естественнонаучным дисциплинам

2.1. Межпредметные проекты по математике и физике

Физика в средней школе является основным предметом, где осуществляются разнообразные приложения математики. Именно с физикой учащиеся чаще всего связывают приложения математики. Поэтому очень важно показать, какой на самом деле значительно более солидный аппарат дает математика физике. И сделать это можно посредством межпредметных проектов.

Измерение физических величин Измерительные приборы

Тема является основой долгосрочной системы проектов: в течение учебного года учащиеся создают портфолио тех или иных изучаемых ими физических величинах в их математическом контексте параллельно с их изучением в школе, а в конце года представляют его. Цель такого проекта может быть следующей: показать, как математические принципы позволяют спрогнозировать результаты физического опыта без его проведения. Здесь может оцениваться оригинальность представления информации, объем и содержание портфолио.

Математическое содержание: единицы измерения, решение различных видов уравнений, математические методы вывода формул, погрешности вычислений.

Физическое содержание: физические величины и способы их вычисления.

Литература

Гусев В. А., Иванов А. И., Шебалин О. Д. Изучение величин на уроках математики и физики. – М.: Просвещение, 1981.

Иванов А. И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при исследовании величин // Физика в школе. – 1997. – № 7. – С. 48.

Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. – М.: Мир, 1980.

Способы вычисления объема тела

В проекте учащиеся могут предложить способы вычисления массы тела, исходя из его формы и плотности материала, из которого он изготовлен, и решить обратную задачу – вычислить объем тела по его форме, массе, плотности материала. Также могут быть разработаны собственные методы или приборы, позволяющие осуществлять измерения, основанные на физических законах, например на законе вытеснения воды при погружении в нее тела. Именно это и станет конечным продуктом.

Математическое содержание: объем тела вращения, элементы интегрального исчисления.

Физическое содержание: вычисление объема тела физическими методами.

Литература

Александров В. А. Как смять пакет молока, чтобы в него вошло больше // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. – № 2. – С. 121–127.

Как рассчитать объем. – URL: <http://www.kakprosto.ru>.

Патенты РФ 2112930, 2057296, 2037786, 2018790, 2010174 и др.

Доказательство математических теорем и решение задач с помощью физических понятий

Отдельный проект можно посвятить доказательству различных теорем с помощью физических понятий. Например, доказательство теоремы Пифагора с использованием понятия функции безразмерного угла. Здесь же можно рассмотреть краткосрочный проект, посвященный понятию центра тяжести и возможностям его использования в геометрии. Результатом работы может стать презентация полученных доказательств и решений в виде стенгазеты, брошюры или файла, созданного в MS Power Point.

Математическое содержание: математические теоремы и задачи.

Физическое содержание: физические понятия.

Литература

Балк М. Б. Геометрические приложения понятия о центре тяжести. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959.

Как физики доказывают теорему Пифагора // Квант. – 1970. – № 3. – С. 32.

Коган Б. Ю. Физика помогает геометрии // Квант. – 1971. – № 5. – С. 22–24.

Софман Л. Суммы длин и минимум энергии // Квант. – 1978. – № 3. – С. 25–28.

Математическое моделирование в физике

Здесь может быть разработана целая система проектов (например, «Пузырьковая модель кристалла», «Модель абсолютно твердого

тела, его математическое описание» и т. д.). Непосредственное воплощение модели, ее реальное представление может стать конечным продуктом при разработке данного проекта.

Математическое содержание: математическое моделирование.

Физическое содержание: пузырьковая модель кристалла, модель абсолютно твердого тела и т. д.

Литература

- Блудов М. И. Беседы по физике. – М.: Просвещение, 1992.
Гегузин Я. Пузырьковая модель кристалла // Квант. – 1978. – № 3. – С. 19–24.
Косоуров Г. И. Кристаллы из шариков // Квант. – 1970. – № 1. – С. 44–49.
Пинский А. А. Математическая модель в системе межпредметных связей // Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Сб. ст. / Под ред. В. Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980.

Комплексные числа в физике

Многие проблемы теорий тепла, света, звука, колебаний, упругости, гравитации, магнетизма, электричества и течения жидкости решаются благодаря введению в двумерную физику комплексных чисел. Непосредственная презентация решений, возможно проведение опытов, разработанных самими школьниками по данной тематике, может стать результатом работы над проектом.

Математическое содержание: комплексные числа.

Физическое содержание: проблемы теорий тепла, света и т. д., сложение и разложение скоростей и сил, использование комплексных чисел при расчете цепей переменного тока.

Литература

- Андронов И. К. Математика действительных и комплексных чисел. – М.: Просвещение, 1975.
Алешков Ю. З., Смышляев П. П. Теория функций комплексного переменного и ее приложения. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986.
Роджерс Э. Физика для любознательных. – М., 1971.
Стюарт Я. Недостоящее звено... – URL: <http://www.scientific.ru/journal/western/mislink.html>.
Шмидт Н. М. Приложение комплексных чисел в электротехнике // Молодой ученый. – 2012. – № 2. – С. 320–323.

Векторы в математике и физике

На дополнительных профильных занятиях можно сформулировать проблему изменения векторных величин во времени, использовать начала векторного анализа для ее решения, которое может быть оформлено в виде долгосрочного проекта. В результате может

быть собрано портфолио, создан сборник статей, написанных самими учащимися об их работе над данной темой.

Математическое содержание: векторы.

Физическое содержание: векторные величины.

Литература

Лернер Я. Ф. Векторные величины в курсе механики средней школы // Физика в школе. – 1971. – № 2. – С. 36.

Урвачев Л. П., Эвинчин Э. Е. Введение в понятия вектора и действий с векторами при исследовании механики и математики в средней школе // Физика в школе. – 1977. – № 5. – С. 40.

Яковлев И. В. Векторы в физике. – URL: <http://mathus.ru/phys/vectors.pdf>.

Симметрия в физике

Систему проектов «Симметрия в физике» можно посвятить широкому спектру проблем, например изучению симметрии в строении атома. Также в нем можно отразить изучение вопроса «Какой формы снежинка?», решение которого будет заключаться в создании системы гипотез: почему снежинка имеет такую четкую математическую форму? Здесь же может быть разработана тема «Вращательная симметрия и модели света», «Симметрия и кристаллы», «Почему капля шарообразная?», «Симметрия во времени». Для применения элементов творческой деятельности может быть создан проект «А симметрична ли Вселенная?». В ней учащиеся могут познакомиться с современными точками зрения на этот вопрос и разработать свою гипотезу. Решая физические задачи, нередко используют свойства симметрии, не оговаривая этого факта. Этой теме можно посвятить проект «Симметрия в задачах по физике». В нем могут быть приведены задачи, в решении которых используется симметрия с четким указанием ее вида и примененных свойств. Выбор конечного продукта для данных проектов может быть самым различным: презентации, системы гипотез, брошюры и т. д.

Математическое содержание: симметрия.

Физическое содержание: симметрия в физике, решение физических задач.

Литература

Волынский М. С. Необыкновенная жизнь обыкновенной капли. – М.: Знание, 1986.

Гегузин Я. Е. Живой кристалл. – М.: Наука, 1981.

Китайгородский А. И. Кристаллы // Научно-популярная библиотека. – 1950. – Вып. 19.

Компьютер описал снежинки. – URL: <http://www.vokrugsveta.ru/news/6001>.

Тарасов Л. Симметрия в задачах по физике // Квант. – 1978. – № 6. – С. 65–69.

Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. – М.: Мир книги, 2007.

Геометрия в физике

Применение геометрических знаний в физике может быть рассмотрено в системе проектов. Например, проект «Геометрия зубчатой передачи» можно посвятить вопросу геометрического обоснования передачи движения ведущей шестерни ведомой. Здесь же может быть разработан проект «Угловые отражатели», в котором учащиеся могли бы раскрыть геометрическую основу их работы. Проект «Физика мыльного пузыря» может быть направлен не только на изучение его строгой сферической формы, симметричности, но и на изучение понятий листа Мебиуса, углов слияния мыльных пленок и др. Практическим результатом таких работ может быть создание модели, которая бы демонстрировала сделанные в итоге выводы.

Математическое содержание: решение геометрических задач.

Физическое содержание: зубчатая передача, угловые отражатели и т. д.

Литература

- Березин В. Геометрия зубчатой передачи // Квант. – 1978. – № 6. – С. 50–51.
Кравцов В., Сербин И. Угловые отражатели // Квант. – 1978. – № 12. – С. 7–9.
Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. – М.: Мир книги, 2007.

Конические сечения в физике и их математические свойства

Проект «Конические сечения в физике и их математические свойства» позволит учащимся не только изучить понятие конических сечений, которое не входит в программу средней школы, но и увидеть широкое их применение в технике. Практическим результатом работы может стать разработка проекта некоторого технического средства, содержащего в себе конические сечения и отражающего их свойства.

Математическое содержание: конические сечения.

Физическое содержание: приборы на основе конических сечений.

Литература

- Виленкин Н. Я. Функция в природе и технике. – М.: Просвещение, 1978.
Дорфман А. Г. Оптика конических сечений. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959.
Конические сечения. – URL: http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/KONICHESKIE_SECHENIYA.html.

Физические задачи на оптимизацию

Проект включает в себя более глубокое интегрированное изучение понятия «экстремумы функции», а также изучение понятий «задача на оптимизацию», «оптимальный выбор». В нем могут содержаться исследования таких задач, как задача на оптимальную скорость, задача о балке наибольшей прочности, задача об экстремальном времени прохождения луча света и некоторые другие. В соответствии с этим продуктом может являться решение этих задач в различных формах представления.

Математическое содержание: дифференциальное исчисление.

Физическое содержание: физические задачи.

Литература

Виленкин Н. Я. Функция в природе и технике. – М.: Просвещение, 1978.

Парфентьева И. А., Липкин Г. И. Внедрение частей математического анализа // Физика. – 2000. – № 3. – С. 9.

Синяков А. З. Об использовании понятия производной в курсе физики средней школы // Физика в школе. – 1976. – № 4. – С. 37.

Функции в физике

Здесь могут рассматриваться самые различные функции, начиная от линейных и заканчивая сложными функциями. Например, более подробное изучение показательной функции может быть осуществлено через разработку проекта «Показательная и логарифмическая функции в физике». Здесь можно представить такие темы, как «Процессы выравнивания» (практический результат – обработка данных, полученных в результате экспериментов), «Трос равного сопротивления» и др. Продукт – обработка и представление некоторых практических результатов (получение данных через опыт, анализ наличия функциональной зависимости, характер и причины расхождения результатов).

Математическое содержание: функции.

Физическое содержание: процессы выравнивания, трос равного сопротивления и др.

Литература

Виленкин Н. Я. Функция в природе и технике. – М.: Просвещение, 1978.

Зайчиков Ю. В. Графики движений // Квант. – 1970. – № 6. – С. 39–45.

Кожекина Т. В. Понятие функции в школьном курсе физики // Физика в школе. – 1981. – № 1. – С. 39.

Пинский А. А. К формированию понятия «функция» в школе // Физика в школе. – 1977. – № 2. – С. 42.

Резонанс

При изучении колебательных процессов и тригонометрических функций учащимся можно предложить создать ряд творческих проектов, посвященных некоторым отдельным темам этой области. К примеру, это может быть проект «Резонанс» (резонанс звуковых волн – 9-й класс, электрический резонанс – 11-й класс). Его творческая составляющая будет содержаться в поиске применения этого явления в технике и быту. В этой же теме можно особое внимание уделить решению дифференциальных уравнений первого и второго порядка и тому, как они описывают колебательные процессы. Конечный продукт может содержать различные варианты своих разработок применения этого эффекта в практической жизни.

Математическое содержание: тригонометрические функции, элементы дифференциального исчисления.

Физическое содержание: явление резонанса.

Литература

Гольдштейн Р. В. Поверхностные волны и резонансные явления в упругих телах // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 11. – С. 123–127.

Зельдович Я. Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения в физике. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963.

Леонович А. А так ли хорошо знаком вам резонанс? // Квант. – 2003. – № 1. – С. 32–33.

Путешествия во времени и их математическое описание

Проект может быть разработан для привития интереса к физике и математике. Здесь можно рассмотреть некоторые временные парадоксы, основу теории относительности и ее математические принципы. Продукт – система своих гипотез, парадоксов, оформленная в виде портфолио или какой-либо другой форме.

Математическое содержание: симметрия.

Физическое содержание: теория относительности.

Литература

Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. – М.: Мир книги, 2007.

Готовится эксперимент по путешествию во времени. – URL: <http://www.cnews.ru/news/line/index.shtml?2006/04/06/199232>.

Машина времени: Проблема создания и эксплуатации. – URL: <http://www.mirf.ru/Articles/print637.html>.

Путешествие во времени может стать возможным с 2008 года. – URL: <http://www.1sn.ru/show.php?id=20891>.

Путешествия во времени: Реальность или вымысел? – URL: http://www.relativity.ru/faq/time_travel.shtml.

Математические основы волновой оптики

При изучении явлений дифракции, интерференции и дисперсии света учащиеся могут разработать список сфер применения этих явлений и создать свои идеи их реализации на практике, руководствуясь созданными ими математическими моделями данных явлений. Математической основой такого проекта может стать интегральное и дифференциальное исчисление. Конечным результатом проекта может быть представление результатов поиска своих сфер применения оптических явлений с их некоторым математическим обоснованием.

Математическое содержание: интегральное и дифференциальное исчисления.

Физическое содержание: явления волновой оптики.

Литература

- Делоне Н. Б. Нелинейная оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
Кузнецов В. И. Свет. – М.: Педагогика, 1977.
Основы оптики. Конспект лекций / Под ред. А. А. Шехонина. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.

Необратимость тепловых явлений и статистика

Здесь можно рассмотреть понятие вероятности и применение комбинаторики и статистики в физике. В результате может быть представлена обработка статистических данных, полученных в ходе опытов.

Математическое содержание: статистика.

Физическое содержание: тепловые явления.

Литература

- Бронштейн М. Необратимость тепловых явлений и статистика // Квант. – 1978. – № 3. – С. 11–18.

Теория вероятностей в физике

Проект может демонстрировать приложение понятия случайного события в различных областях физики. Например, цепь приборов (параллельное и последовательное подключение), цепная реакция и т. д. Здесь ребята могут привести конкретные примеры, продемонстрировать опыты, подтверждающие их выводы, оценить результаты экспериментов, перечислить свои варианты применимости их исследований.

Математическое содержание: вероятность случайного события, свойства вероятности.

Физическое содержание: цепи приборов, цепная реакция.

Литература

- Агекян Т. А. Теория вероятностей для астрономов и физиков. – М.: Наука, 1974.
- Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2005.
- Ван Кампен Н. Г. Стохастические процессы в физике и химии. – М.: Высш. шк., 1990.
- Гнеденко Б. В., Хинчин А. Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. – М.: Наука, 1970.
- Млодинов Л. (Не)совершенная случайность. Как случай управляет нашей жизнью. – М.: Livebook/Гаятри, 2010.

2.2. Межпредметные проекты по математике и химии

Широкое применение математических методов определило появление математической химии. Ф. А. Тихомирова пишет: «Взаимодействие химии и математики можно рассматривать как процесс односторонний. Химия практически не способствовала развитию новых областей математики, а заимствовала разработанные ранее разделы математической науки»⁸. Именно поэтому нельзя говорить о приложении химии в математике. Следовательно, и возможные интеграционные проекты содержат материал по химии, в котором так или иначе применяются математические методы.

Математическое моделирование в химии

Здесь могут быть рассмотрены математические основы моделей, непосредственно используемых в химии. Практическим результатом такой работы может быть разработка структурированной системы математических моделей, оформленной в виде таблицы или презентации.

Математическое содержание: математическое моделирование.

Химическое содержание: химические явления.

Литература

- Батунер Л. М., Погин М. Е. Математические методы в химической технике. – Л.: Химия, 1971.
- Гунич С. В., Янчуковская Е. В. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов. Примеры и задачи. Часть 1. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010.
- Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971.

⁸ Тихомирова Ф. А. Математика и естествознание. К проблеме математической химии. URL: http://www.philosof.onu.edu.ua/elb/articles/tihomirova/math_chem.htm.

Язык химии и математики

Проект может быть разработан после изучения темы «Химические реакции». Учащиеся могут сравнить символьные обозначения в этих науках, изучить их смысл, логику записи, провести аналогии, вывести различия, сделать исторический экскурс.

Математическое содержание: символьные обозначения математики.

Химическое содержание: символьные обозначения химии.

Литература

Жихарева М. Г. Химическая терминология // Химия: Приложение к газете «Первое сентября». – 2009. – № 12.

Жуков С. Т. Химия. – URL: <http://www.chem.msu.su/rus/school/zhukov1/welcome.html>.

Гнеденко Б. В. Введение в специальность «математика». – М.: Наука, 1991.

Функции и графики в химии

Область изучения можно сузить до некоторого раздела химии, например ограничить темой «Тепловой эффект». Здесь можно рассмотреть линейную и показательную функции, провести эксперименты, обработать полученные числовые данные. Примером такого частного проекта, реализуемого в течение одного-двух уроков, может быть проект «Влияние температуры на электропроводность раствора фосфорной кислоты в зависимости от концентрации раствора».

Математическое содержание: функции.

Химическое содержание: химические явления.

Литература

Борздун О. В. Основные методы решения задач на смешивание растворов. – URL: <http://festival.1september.ru/articles/212299>.

Голобородько М. Я. Применение графиков на уроках неорганической химии для реализации межпредметных связей в учебной деятельности учащихся // Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Сб. ст. / Под ред. В. Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980.

Ерыгин Д. П., Шишкин Е. А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989.

Дифференцирование и интегрирование в химии.

Дифференциальные уравнения в химии

Может быть разработана целая система проектов по данной тематике с решением отдельных прикладных задач математики и химии. Итогом работы может стать демонстрация полученных ре-

зультатов в виде презентации или некоторых опытов, сравнение теоретических и реальных результатов.

Математическое содержание: дифференциальные уравнения.

Химическое содержание: химические процессы.

Литература

- Ахмелькин В. В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М.: Наука, 1987.
Батунер Л. М., Погин М. Е. Математические методы в химической технике. – Л.: Химия, 1971.
Козко А. И., Соболева Е. С., Субботин А. В. и др. Высшая математика и ее приложения к химии. – М.: Академия, 2013.
Слинько М. Г. Катализ и математика. – URL: http://catalysis.ru/block/?print_version=yes&ID=1&ELEMENT_ID=1701.

Графы в химии

Проект может быть посвящен общему методу изображения химических структур в виде графов. Практическим результатом может быть презентация или брошюра для остальных учащихся класса, в которой были бы отражены основные преимущества использования теории графов на уроках химии. При этом графы могут использоваться как для создания графической модели строения молекулы вещества, так и для отражения хода химической реакции.

Математическое содержание: графы.

Химическое содержание: изображения химических структур.

Литература

- Бабаев Е. Алгебра и гармония в химических приложениях. – URL: <http://omdp.narod.ru/gip/mol1.htm>.
Берж К. Теория графов и ее применения. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962.
Химические приложения топологии и теории графов. – М.: Мир, 1987.

Комбинаторные методы органической химии

Проект может быть посвящен использованию формул комбинаторики в химии. Это прежде всего возможно осуществить в процессе изучения явления изомерии, когда рассматриваются все возможные строения молекулы вещества. Итогом работы может быть анализ практических результатов, полученных методами комбинаторной химии.

Математическое содержание: элементы комбинаторики.

Химическое содержание: изомерия.

Литература

Глоссарий терминов, используемых в комбинаторной химии. – URL: <http://www.chem.isu.ru/leos/base/glcomb01.html>.

Лукьянов С. М., Резцова Н. А. Сочетательная химия. – URL: http://wsyachina.narod.ru/chemistry/compatible_chemistry.html.

Коршунов В. С. Комбинаторная химия: Новые задачи органического синтеза // Химия и жизнь. – 1999. – № 9. – С. 20–22.

О плоскостях симметрии химических реакций

Данный проект направлен на дальнейшее интегрированное изучение понятия «симметрия». Также это понятие можно углубить через изучение строения молекул и кристаллических решеток.

Математическое содержание: симметрия.

Химическое содержание: химические реакции.

Литература

Вудворд Р. Б., Хоффман Р. Сохранение орбитальной симметрии. – М.: Мир, 1971.

Симметрия в теории и на практике. Химия. – URL: <http://simm-site.narod.ru/himi9.html>.

Степанов Я. Ф. Симметрия в химии // Современное естествознание: Энциклопедия в 10 т. Т. 1. Физическая химия. – М.: Изд. дом МАГИСТР-ПРЕСС, 2000.

Хохштрассер Р. Молекулярные аспекты симметрии. – М.: Мир, 1968.

Геометрические тела, образуемые молекулами

Результатом проекта может стать творческое оформление решений химических задач с применением свойств геометрических тел.

Математическое содержание: геометрические тела.

Химическое содержание: химические вещества.

Литература

1. Богданов Р. В. От молекулы к кристаллу. – Л.: Химия, 1972.

2. Гиллеспи Р. Геометрия молекул. – М.: Мир, 1975.

3. Химические приложения топологии и теории графов. – М.: Мир, 1987.

Химия и логика

Здесь можно провести параллель между химической (материальной) связью атомов в сложных органических молекулах и логической (условной) взаимосвязью элементов той или иной теории, которая изображается в виде структурных схем и графов. При этом учащиеся изучают понятия логики, такие как определение, классификация определений. Итогом проекта может стать структурная схема всех ви-

дов изомерий с определением, в каком подчинении друг к другу находятся эти изомерии, с приведенными примерами.

Математическое содержание: логические понятия.

Химическое содержание: изомерия.

Литература

Боголепова Г. В., Дахин А. Н. Межпредметная интеграция химии и логики // Школьные технологии. – 1999. – № 1–2. – С. 150–153.

Кузнецова Н. Е. Формирование систем понятий при обучении химии. – М.: Просвещение, 1989.

Логика в химии / Материалы персонального сайта проф. С. В. Евдокимова. – URL: http://mati-himia.3dn.ru/publ/izbrannye_staty/1-9-2.

Случайные события в химии

Понятие случайного события также встречается в химии. Например, на некотором этапе цепная реакция может оборваться, соответственно, событие продолжения реакции можно принять за случайное событие. Другим примером случайного события в химии может быть процесс полимеризации, когда к звену-мономеру присоединяется такой же мономер. В итоге результатом проекта может стать брошюра, посвященная применению основ теории вероятностей в химии.

Математическое содержание: случайные события, законы вероятности.

Химическое содержание: цепная реакция, химия полимеров.

Литература

Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2005.

Ван Кампен Н. Г. Стохастические процессы в физике и химии. – М.: Высш. шк., 1990.

Кумыкова С. К., Нахушева Ф. Б. Математика: Практикум по теории вероятностей и математической статистике. – Нальчик: Кабардино-Балкарский университет, 2003.

2.3. Межпредметные проекты по математике и биологии

Как и относительно химии, нельзя говорить о вкладе биологии в математику. Живые существа с их саморегуляцией, способностью к приспособлению, целенаправленной активностью и сложными схемами поведения труднее втиснуть в рамки общих математических законов. Однако за последние полвека возможности математики в ее сотрудничестве с биологией неизмеримо возросли. При этом математические методы, применяемые в биологии, самые разнообразные, но

большинство из них выходит за рамки школьных программ по математике и относится к решению специфичных биологических проблем.

С другой стороны, ни активное экспериментальное изучение сложных биологических систем, ни пассивное наблюдение за изменением их свойств в процессе функционирования, ни создание моделей подобных систем невозможно без адекватного математического описания. В связи с этим в средней школе необходима интеграция биологии и математики, и одним из средств ее реализации является проектно-исследовательская деятельность.

Дифференциальные уравнения в биологии

Одна из групп математических задач в биологии, доступных старшеклассникам, состоит в определении самых различных характеристик биологических систем. Основной математический аппарат при решении таких задач – обыкновенные дифференциальные уравнения. Здесь могут быть созданы такие проекты, как «Дифференциальные уравнения как средство описания связи численностей популяций разных видов», «Оптимальные условия для популяции в математическом описании», «Методы математического описания механизмов и закономерностей адаптации организмов к изменению температуры воздуха», «Простейшие уравнения роста биомассы» (математическое описание процесса роста отдельной клетки или целой колонии клеток, введение количественных характеристик роста, основанных на решении дифференциальных уравнений).

Математическое содержание: дифференциальные уравнения.

Биологическое содержание: задачи определения характеристик биологических систем.

Литература

- Ахмелькин В. В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М.: Наука, 1987.
Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов. – М.: Высш. шк., 1983.
Исследования в математической биологии: Сб. науч. тр., посвящ. памяти А. Д. Базыкина / Научн. ред. Э. Э. Шноль. – Пущино, 1996.
Мятлев В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. – М.: Академия, 2009.
Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Что такое математическая биофизика. (Кинетические модели в биофизике). – М.: Просвещение, 1971.

Математическая обработка экспериментальных биологических данных

Другая группа задач состоит в изучении совокупности однородных биологических процессов. Эти задачи включают в себя процедуру подсчетов или измерений, но не они являются объектом применения со-

временной серьезной математики. В ходе таких вычислений возникает ряд вопросов, ответы на которые позволяют получить математическая статистика и теория вероятностей.

– Сколько надо сделать подсчетов или измерений, чтобы полученной на их основе средней величине можно было доверять?

– Какова степень этого доверия и в каких пределах может быть в действительности средняя величина, если бы удалось измерить всю генеральную совокупность данных объектов?

– Какова зависимость между средними величинами двух изученных объектов, явлений, факторов?

Математическое содержание: статистика.

Биологическое содержание: изучение совокупности однородных биологических процессов и объектов.

Литература

Бейли Н. Математика в биологии и медицине. – М.: Мир, 1970.

Гасфилд Д. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах. Информатика и вычислительная биология. – СПб.: Невский диалект; БХВ-Петербург, 2003.

Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011.

Славин М. Б. Математика на уроке биологии // Биология в школе. – 2000. – № 3. – С. 34–38.

Вероятностный характер законов генетики

Формирование комбинаций генов, определяющих те или иные наследственные признаки, можно трактовать как случайные события, а значит, законы наследственности имеют вероятностный характер и все генетические отношения выражают вероятности соответствующих событий. Опыты, проводимые Менделем и подробно описанные в школьных учебниках, можно использовать как основу для изучения независимых случайных событий. Одно из явлений, которое позволяет это осуществить и которое укладывается в рамки классической вероятности, – это явление неполного доминирования. В связи с этим можно разработать проект, который бы дополнял примеры из школьного учебника и наглядно иллюстрировал применение теории вероятностей в биологии. Результатом данного проекта может стать создание обобщенного метода нахождения закона фенотипического расщепления по двум независимым признакам.

Математическое содержание: элементы теории вероятностей.

Биологическое содержание: законы генетики.

Литература

- Бексеитов Т. К. Основы биометрии. – Павлодар, 2006.
- Болгова И. В. Сборник задач по общей биологии с решениями для поступающих в вузы. – М.: Оникс : Мир и Образование, 2006.
- Гольдфаин И. И. Элементы теории вероятностей в современном школьном курсе биологии // Математика в школе. – 2003. – № 3. – С. 50–51.
- Тарасов Л. В. Мир, построенный на вероятности. – М.: Просвещение, 1984.
- Шварцбурд С. И. Математика и естествознание. Проблемы математической школы. – М.: Просвещение, 1969.

Закон независимого распределения и его вероятностная основа

Создание данного проекта направлено на решение ряда задач, подтверждающих таблицу расщепления.

Математическое содержание: элементы теории вероятностей.

Биологическое содержание: законы генетики.

Литература

- Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2005.
- Гольдфаин И. И. Элементы теории вероятностей в современном школьном курсе биологии // Математика в школе. – 2003. – № 3. – С. 50–51.
- Тарасов Л. В. Мир, построенный на вероятности. – М.: Просвещение, 1984.
- Шварцбурд С. И. Математика и естествознание. Проблемы математической школы. – М.: Просвещение, 1969.

Законы органического роста и выравнивания

При изучении геометрических прогрессий учащимся можно предложить разработать данный проект, в котором была бы отражена интенсивность размножения особей и ее математическое выражение. Результатом проекта может быть творческое оформление полученного материала в виде стенгазеты, презентации, портфолио, web-сайта и т. д.

Математическое содержание: прогрессии.

Биологическое содержание: интенсивность размножения особей.

Литература

- Базыкин А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. – М.: Наука, 1985.
- Виленкин Н. Я. Функции в природе и технике. – М.: Просвещение, 1978.
- Модели динамики популяций. – URL: <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0134504:article?vnum=44828>.
- Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. – М.: Изд-во МГУ, 1993.

Числа Фибоначчи и золотое сечение в биологии

В этом проекте учащиеся могут раскрыть не только сущность понятия «последовательность чисел Фибоначчи», но и подтвердить, что они довольно часто встречаются в природе: в количестве лепестков у цветков, в спиральных построениях, в которых многие растения располагают свои семена. В этой работе школьники могут создать систему гипотез, почему эти числа так часто встречаются в окружающем мире.

Математическое содержание: числа Фибоначчи, золотое сечение.

Биологическое содержание: биологические зависимости.

Литература

Вейзе Д. Ботаника говорит языком математики // Компьютер в школе. – 1999. – № 9. – С. 10–13.

Гасфилд Д. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах. Информатика и вычислительная биология. – СПб.: Невский диалект; БХВ-Петербург, 2003.

Динамические модели в биологии. – URL: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/models>.

Коробко В. И. Золотая пропорция и проблемы гармонии систем. – М.: Ассоциация СВ стран СНГ, 1997.

Радюк М. С. Второе золотое сечение (1,465...) в природе // Сборник научных трудов ВГАУ. Вып. 15. – Винница, 2003. – С. 58–60.

Симметрия в биологии

Этот проект может быть полностью посвящен отысканию симметрии в мире живых организмов (зеркальной, центральной и т. д.). При этом результатом работы может стать система предположений, гипотез, почему в природе так много живых существ, обладающих симметрией, или альбом, в котором учащиеся могли разместить свои фотографии самых различных объектов, обладающих разными видами симметрии.

Математическое содержание: симметрия.

Биологическое содержание: симметрия в биологии.

Литература

Заренков Н. А. Биосимметрия. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. – М.: Мир книги, 2007.

Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974.

Шафрановский И. И. Симметрия в природе. – Л.: Недра, 1985.

Математическое моделирование в биологии

Математические модели являются базой для различных исследований в биологии. Учащиеся могут подготовить целую систему мини-

проектов, изучив одну из существующих моделей, привести свои примеры, попробовать экспериментальным путем доказать, что они описывают реальные биологические ситуации.

Математическое содержание: математическое моделирование.

Биологическое содержание: биологические объекты.

Литература

Баврин И. И. Краткий курс высшей математики для химико-биологических и медицинских специальностей. – М.: Физматлит, 2003.

Динамические модели в биологии. – URL: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/models>.

Мятлев В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. – М.: Академия, 2009.

Неймарк Ю. И. Простые математические модели и их роль в постижении мира // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 3. – С. 139–143.

Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.

Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. – М.: Мир, 1969.

Статистические закономерности в биологии

Методы статистики позволяют анализировать конкретные числовые данные. Такие данные можно получить из наблюдений за характером изменения определенного параметра среди группы растений или животных одного вида. В свою очередь, благодаря этому появляется возможность определить степень варьирования того или иного признака. Итогом может быть предоставление результатов проведенного эксперимента или наблюдения, оформленное в различной форме, демонстрация крайних случаев проявления признака и т. п.

Математическое содержание: вариационный ряд, вариационная кривая.

Биологическое содержание: модификационная изменчивость, закономерности продолжительности жизни.

Литература

Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2005.

Биология: В 2 кн. Кн. 1 / В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова. – М.: Высш. шк., 2003.

Васильева Л. А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве. – Новосибирск: Новосибирский гос. университет, 2007.

Теория вероятностей в биологии

Проект может раскрыть, каким образом понятия теории вероятностей применяются в биологии. Результаты могут быть представлены, например, в виде сборника биологических задач, решаемых с помощью привлечения теории вероятностей.

Математическое содержание: теория вероятностей.

Биологическое содержание: практические задачи с биологическим содержанием.

Литература

Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2005.

Гнеденко Б. В., Хинчин А. Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. – М.: Наука, 1970.

Кумыкова С. К., Нахушева Ф. Б. Математика: Практикум по теории вероятностей и математической статистике. – Нальчик: Кабардино-Балкарский университет, 2003.

2.4. Межпредметные проекты по математике и географии

Математические методы проникают в самые разнообразные сферы жизни человека, поскольку они дают возможность применения новых эффективных средств исследования. География уже очень давно сотрудничает с математикой, которая обеспечивает ее строгой, научно обоснованной информацией, делает картину окружающей природы более ясной. Хотя отношения этих двух наук на протяжении истории менялись, без средств математического аппарата география была бы наукой исключительно описательной, сохраняющей эмпирическую направленность.

Метод триангуляции в геодезии

Исследование и решение проблемы определения значительных расстояний может быть реализовано в виде подобного проекта. Кроме такого метода измерения больших расстояний учащиеся могут разрабатывать свои методы, обосновать их математическую и географическую рациональность.

Математическое содержание: геометрия.

Географическое содержание: измерения на местности.

Литература

Седельников Б. Н. Элементы геодезии в курсе математики средней школы. – Брянск: Брянский обл. ИУУ, 1957.

Триангуляция (в геодезии). – URL: [http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Триангуляция%20\(в%20геодезии\)](http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Триангуляция%20(в%20геодезии)).

Триангуляция (геодезия). – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_\(геодезия\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_(геодезия)).

Триангуляция (метод триангуляции). – URL: <http://www.spbtgik.ru/book/2352.htm>.

Измерения на местности

Основой данного проекта могут быть следующие задачи: 1) определение радиуса закругления дороги; 2) определение высоты предмета, основание которого недоступно; 3) определение ширины реки; 4) определение расстояния до недоступной или удаленной точки без горизонтального базиса. Сюда же могут быть включены задачи с использованием решений косоугольных треугольников. Результатом может быть разработка математических методов географических измерений на какой-то территории.

Математическое содержание: геометрия.

Географическое содержание: измерения на местности.

Литература

- Ганьшин В. Н. Простейшие измерения на местности. – М.: Недра, 1983.
Глинский С. П., Гречанинова Г. И., Данилевич В. М. и др. Геодезия. – М.: Картогеоцентр : Геодезиздат, 1995.
Измерения расстояний на местности. – URL: <http://www.i-survive.ru/karti5.html>.
Седельников Б. Н. Элементы геодезии в курсе математики средней школы. – Брянск: Брянский обл. ИУУ, 1957.

Конформные проекции и картография

Одной из центральных проблем математической картографии является задача построения наивыгоднейших картографических проекций, то есть проекций, в которых искажения в каком-либо смысле сведены к минимуму. Она полностью ещё не решена даже для хорошо известных классов проекций, хотя частными случаями этой задачи занимались многие известные учёные (Л. Эйлер, К. Гаусс, П. Л. Чебышев и др.). В частности, данный проект может быть направлен на решение проблемы точности атласов, а результат оформлен в виде стенгазеты, презентации и т. п.

Математическое содержание: конформные проекции.

Географическое содержание: картографические проекции.

Литература

- Бугаевский Л. М. Математическая картография. – М.: Высшее образование, 1998.
Вахрамеева Л. А. Картография. – М.: Недра, 1981.
Математическая картография. – URL: <http://bse.sci-lib.com/article074310.html>.
Салищев К. А. Картоведение. – М.: Изд-во МГУ, 1990.

Неевклидова геометрия в географии

По проблеме точного передвижения по шарообразной Земле и ее решению можно разработать проект, в котором бы рассказывалось о применении сферической геометрии к картографии.

Математическое содержание: сферическая геометрия.

Географическое содержание: картография.

Литература

Вахрамеева Л. А. Картография. – М.: Недра, 1981.

Каган В. Ф. Основы теории поверхности: В 2 ч. Ч. 2. – М., 1948.

Кранц П. Сферическая тригонометрия. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007.

Салищев К. А. Картоведение. – М.: Изд-во МГУ, 1990.

Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. – М.: Мир книги, 2007.

Статистические показатели ресурсобеспеченности полезными ископаемыми

В проекте учащиеся могут рассчитать запасы природных ресурсов в своем регионе, спрогнозировать уровень их добычи и творчески оформить полученные результаты.

Математическое содержание: элементы статистики.

Географическое содержание: природные ресурсы, экономическая география.

Литература

Введение в экономическую географию и региональную экономику России: В 2 ч. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003.

Прокофьев А. П. Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. – М.: Государственное издательство геологической литературы, 1988.

Смирнов В. И., Прокофьев А. П., Борзунов В. М. и др. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М., 1960.

Третьяков А. С. Статистические методы в прикладных географических исследованиях. – Харьков: Шрифт, 2004.

Топология в географии

Некоторые топологически сложные поверхности полезны в практике проектирования и строительства автомагистралей, железнодорожных путей, сети городских улиц и т. п. Им можно посвятить данный проект, результатом которого могла бы стать разработка своих областей применения топологических поверхностей (например, топологическая поверхность топологической развязки и т. д.).

Математическое содержание: топология.

Географическое содержание: экономическая география.

Литература

Болтянский В. Г., Ефремович В. А. Наглядная топология. – М.: Наука, 1983.

Горбачев В. Г. Что такое «топологические» отношения в цифровой картографии, или Для чего топологические отношения нужны в геоинформатике? – URL: http://loi.sccc.ru/gis/integro/metodologi/topo_relations.htm.

Котов Ю. В. Топология автомобильной развязки // Квант. – 1983. – № 5. – С. 51.
Паламарчук М. Топология как способ описания геопространственных данных // Геопрофиль. – 2011. – № 1. – С. 31–37.

Элементы статистики в географических наблюдениях

При изучении элементов статистики можно разработать систему диаграмм и графиков для получения средних показателей температуры, ветра, количества осадков, влажности, атмосферного давления, облачности и т. п. и объединить их в единый проект, который интегрировал бы географию (использование географических понятий и получение данных) и математику (обработка данных, числовые характеристики рядов данных). При этом все количественные показатели могут быть получены учащимися самостоятельно при проведении опытов и из наблюдений.

Математическое содержание: элементы статистики.

Географическое содержание: географические наблюдения.

Литература

- Бочаров М. К. Методы математической статистики в географии. – М.: Мысль, 1971.
Клицунова Н. К., Федорцова Т. А., Решетникова А. Н. Методы географических исследований. – Минск: БГУ, 2005.
Куштин И. Ф. Геодезия: обработка результатов измерений. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-на-Дону: Изд. центр «МарТ», 2006.
Третьяков А. С. Статистические методы в прикладных географических исследованиях. – Харьков: Шрифт, 2004.
Червяков В. А. Основы математической статистики в географии. – Владивосток, 1966.

Геодезический инструментарий и его математическая основа

Отдельную работу можно создать о геодезическом инструментарии (мерная цепь, эккер, высотомер, буссоль и др.) и технологии его применения. В этом проекте можно рассмотреть математические принципы их работы, провести работу на местности с их использованием и обобщить полученные данные.

Математическое содержание: геометрические факты.

Географическое содержание: геодезический инструментарий.

Литература

- Глинский С. П., Гречанинова Г. И., Данилевич В. М. Геодезия. – М.: Картгеоцентр : Геодезиздат, 1995.
Куштин И. Ф. Геодезия: Обработка результатов измерений. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-на-Дону: Изд. центр «МарТ», 2006.
Селиханович В. Г., Козлов В. П., Логинова Г. П. Практикум по геодезии. – М.: ООО ИД «Альянс», 2006.

Математические модели в географии

Применение математического моделирования в географии, как и в любой другой естественнонаучной дисциплине, достаточно широко. Оно позволяет анализировать, прогнозировать и исследовать многие события на нашей планете. Примером такого наблюдаемого явления может быть уровень солености воды в Каспийском море. На данном примере, в качестве проекта, учащимся можно предложить исследовать водоем в своей местности или разработать свою систему оценки качества воды и отсутствия в ней примесей.

Математическое содержание: математическое моделирование.

Географическое содержание: географические объекты.

Литература

Дьяконов К. Н., Касимов Н. С., Тикунов В. С. Современные методы географических исследований. – М.: Просвещение, 1996.

Михеева В. С. Математико-географическое моделирование размещения добывающей промышленности // Вопросы географии. – 1972. – № 90. – С. 112–126.

Неймарк Ю. И. Простые математические модели и их роль в постижении мира // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 3. – С. 139–143.

Самнер Г. Математика для географов. – М.: Прогресс, 1991.

Харвей Д. Модели развития пространственных систем в географии человека. – М.: Прогресс, 1971.

Геометрия при изучении земной коры

Эта тема может быть представлена исследованием в области применения геометрических знаний в географии. Учащиеся могут рассмотреть практические задачи и их решение творчески оформить.

Математическое содержание: решение планиметрических и стереометрических задач, связанных с окружностью и сферой.

Географическое содержание: земная кора, литосфера.

Литература

Гзовский М. В. Математика в геотектонике. – М.: Недра, 1971.

Дьяконов К. Н., Касимов Н. С., Тикунов В. С. Современные методы географических исследований. – М.: Просвещение, 1996.

Игнатов А. В. Увеличение радиуса Земли и геометрия земной коры. – URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8663.html>.

2.5. Проекты, интегрирующие математику и несколько естественнонаучных дисциплин

Предложенные проекты интегрируют только две дисциплины. Однако проекты можно разрабатывать по трем и более предметам. Это объясняется взаимосвязью естественнонаучных дисциплин друг с другом, тесным переплетением некоторых их областей.

Следующие проекты можно предложить по трем предметам.

По математике, физике и химии можно создать ряд проектов о внутреннем строении вещества. Упоминаемые выше проекты о симметрии легко интегрируют материал этих трех дисциплин. Например, проект **«Геометрические тела, образуемые молекулами»** можно дополнить физическим содержанием и расчетами. Проект **«Какой формы снежинка?»** по математике и физике может быть дополнен химическим материалом о молекулярном строении воды, ее химической уникальности.

Кроме того, можно разработать проекты, которые непосредственно интегрируют эти три дисциплины. Таким примером может быть проект **«Радиоактивный распад»**, где изучаются физические и химические основы этого явления, подкрепляемые математическими расчетами и использованием свойств показательной функции.

Проект **«Симметрия в кристаллических решетках»** также может связывать эти три дисциплины: симметрия как основа обладания веществом некоторыми определенными физическими и химическими свойств. Практическим результатом работы может стать создание алгоритма, по которому по внешнему виду кристаллической решетки (обладание симметрией или асимметрией) можно было бы судить о свойствах вещества.

Математику, физику и химию можно интегрировать в проекте **«Получение химических веществ»**. В этом проекте учащиеся могут разработать метод получения некоторого химического вещества, предложить модель оборудования, необходимого для этого, с физическими расчетами его характеристик.

Существование такой отрасли знания, как математическая биофизика, обеспечивает большое количество возможных творческих проектов, связанных с интеграцией математики, физики и биологии. Одной из самых интересных проблем современной биофизики является проблема биологических часов. Поэтому отдельный проект можно посвятить ответу на вопрос **«Есть ли у живых объектов, и в частности у отдельной клетки, чувство времени?»**. Математическая часть этой темы может заключаться в рассмотрении колебательных процессов.

Приведем примеры интеграции математики, физики и биологии, не связанные с биофизикой.

Проект **«Звуковые волны и человеческий слух»** можно посвятить процессу восприятия звуков с математическим обоснованием их колебательной природы, разработать свои методы усиления звука, а также принципы их аппаратной реализации.

Колебательные явления можно рассмотреть в проекте **«Аллюры животных»**. Циклические процессы – это пример временной симметрии. Животные организмы используют эти пространственно-временные симметрии для передвижения. Модели передвижения у животных известны как аллюры. Им может быть посвящен отдельный проект, с математической точки зрения отвечающий на вопрос «Что такое пространственно-временная симметрия?», с физической – «Какова их физическая основа?» и с биологической – «Почему животные передвигаются с использованием такого четко определенного цикла?»⁹.

Проект **«Циклы в фотосинтезе»** связывает математику (уравнения колебаний и понятие цикла), биологию (процесс фотосинтеза) и химию (химическая основа фотосинтеза). Этот проект может интегрировать и четыре дисциплины, если к перечисленным предметам добавить физику (физические свойства света, благодаря которому происходит процесс фотосинтеза). Подобный же проект можно создать об автоколебаниях в гликолизе¹⁰.

Для интеграции математики, химии и географии можно разработать проект, посвященный добыче полезных ископаемых и извлечению из них веществ. По этой теме логично создать серию творческих работ, которые будут различаться либо видом ресурса, либо извлекаемыми из него веществами. Учащиеся могут самостоятельно разработать свои методы добычи и очистки, сделать соответствующие математические расчеты.

В рамках этих же дисциплин (математика, химия, география) может быть разработан проект **«Газовый состав атмосферы (или гидросферы) региона»**. В нем можно осуществить оценку загрязненности воздуха (воды), составить соответствующую диаграмму, сделать математические расчеты относительно динамики загрязнения в будущем, разработать способы очистки.

Математические модели используются в географии, при этом они подчинены физическим законам. Поэтому создание проекта **«Математические модели в географии и физические законы их взаимодействия»** станет основой решения, например, таких вопросов:

⁹ Стюарт И. Какой формы снежинка? Магические цифры в природе. М.: Мир книги, 2007.

¹⁰ Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Что такое математическая биофизика. (Кинетические модели в биофизике). М.: Просвещение, 1971.

«Можно ли управлять погодой?», «Почему происходят землетрясения?» (здесь могут быть разработаны собственные гипотезы) и т. д.

Создание математической модели популяции некоторого вида с учетом особенностей географического положения его ареала позволит спрогнозировать динамику развития отдельной популяции. Этой проблеме может быть также посвящен проект, который интегрирует математику, географию, биологию (экологию).

Благодаря исследованиям биоструктур с помощью электронного микроскопа, а также исследованиям топологических поверхностей, которые встречаются в природе, открываются новые горизонты для проектирования домов будущего. Этому может быть посвящен отдельный проект, в результате которого учащиеся смогли разработать свою систему сфер применения природных топологий в строительстве географических объектов¹¹.

Проекты по четырем-шести дисциплинам самые долгосрочные, поскольку их создание подразумевает обработку большого объема информации. Результатом подобного макропроекта могут быть web-сайт, посвященный теме проекта, база данных, брошюра с итогами работы и т. п.

Возможные темы макропроектов могут быть, например, такими: **«Математический мир: симметрия и асимметрия»**, **«Математическое моделирование»**.

Также примером такого проекта может быть макропроект **«Циклы в природе и жизни человека»**. Его может выполнять сразу весь класс или целая параллель. При этом к созданию проекта может быть несколько подходов: предметный, когда отдельной творческой группой изучаются циклы в конкретной области (например, в биологии), с учетом их математической основы, или межпредметный, когда творческой группой выбирается какое-нибудь явление, создается его математическая модель, относительно которой рассматривают выполнение физических, химических или биологических законов.

¹¹ Спиральная технология будущего. URL: <http://spiraldome.narod.ru>.

Глава 3

Практические материалы для работы над межпредметными проектами

3.1. Пример опыта использования межпредметных проектов в обучении

Стоит оговориться, что работа проводилась в классе с углубленным изучением математики на дополнительных занятиях, являющихся обязательными. Ранее была изучена тема «Производная функции», которая включала в себя понятие предела функции, определение понятия производной, ее физический и геометрический смысл, правила дифференцирования, производные известных учащимся функций, исследование функции.

На **первом занятии** учащимся на отдельных бланках были предложены несколько простейших задач по физике, химии и биологии, решение которых осуществляется с помощью производной и исследования функции. Через 15 минут бланки были собраны. Далее вызывались желающие рассказать решение задач. Однако верный ответ был получен только в задаче с физическим содержанием, а в подавляющем большинстве ученики не справились с решением ни одной задачи. Благодаря задаче на физический смысл производной учащиеся догадались, что решение остальных задач должно производиться с использованием производной, но каким образом это осуществить, они не поняли.

Ученикам было предложено разработать проекты, которые бы показывали, каким образом производная определяется в той или иной дисциплине. Далее мы познакомили учащихся со смыслом проектного подхода, рассказали о возможных источниках информации.

Учащиеся разделились на три группы и после обсуждения представили названия своих проектов и цели их создания:

- «Задачи на применение производной в физике» (цель – определить физический смысл производной, рассмотреть использование механического истолкования производной при решении задач, связанных с физическим смыслом);
- «Значение производной в биологии» (цель – выяснить значение производной в биологии на примере практических задач);
- «Производная в химии» (цель – выделение химического смысла производной и ее применения).

Домашнее задание учащимся было задано в форме разработки плана создания проекта и конечного продукта. В течение следующих трех дней каждая группа презентовала свое планирование, представленное в табл. 1.

Таблица 1

Примерное планирование содержания работы над проектом

Этапы работы	Содержание работы над проектом по математике и		
	физике	биологии	химии
Постановка проблемы	Как используется производная в физике?	Определение биологического смысла производной	Определение скорости химической реакции как производной по времени
Сбор и анализ информации	– Чтение учебной литературы, сбор задач; – определение физического смысла производной; – определение наибольшей и наименьшей скорости изменения физической величины; – виды движения и производная	– Подбор теоретического материала; – определение понятия производной в биологии; – перевод с языка биологии на математический; – подбор задач	– Производная в химической кинетике; – разработка задач с химическим содержанием, решаемых с помощью производной
Работа над проектом	– Решение задач; – оформление результатов; – составление пособия для одноклассников с приведением решения задач	– Обобщение теоретического материала; – составление таблицы перевода с языка биологии на математический; – решение задач; – оформление брошюры	– Решение задач; – оформление презентации
Презентация полученных результатов	– Рассказ о физическом смысле производной; – рассказ об основных видах задач, решаемых с помощью производной; – примеры решения задач; – демонстрация подготовленного сборника задач с решениями	– Рассказ о биологическом смысле производной; – рассказ о значении производной в биологии; – демонстрация подготовленной брошюры	Демонстрация разработанной в MS PowerPoint презентации

На **второе занятие** ребята принесли собранные ими материалы и задачи. Целью этого занятия было проанализировать полученную информацию, обобщить ее, осуществить решение задач. Работа с каждой группой проводилась отдельно и заключалась в косвенном руководстве.

Так как существует определенная проблема с возможностью работы в компьютерных классах (во то время, когда проводились дополнительные занятия, компьютерные кабинеты были заняты), оформление результатов было предложено учащимся выполнить дома.

На **третьем и четвертом занятиях** осуществлялись защита проектов, презентация результатов и подведение итогов.

После каждой защиты разработчики проекта анализировали его содержание, рассказывали о возникавших трудностях (основная трудность – подбор материала), поясняли, почему была выбрана данная форма представления результатов. Далее участники остальных групп задавали вопросы, оценивали защиту проекта и его конечный продукт.

В конце четвертого урока участники каждой группы озвучили выводы, сделанные ими в ходе работы. Далее совместно с учащимися мы обобщили понятие производной функции, которое может быть использовано в различных дисциплинах, как скорости изменения некоторой функции, задающей зависимость тех или иных величин.

При этом у ребят возникло много вопросов относительно того, как найти функциональную зависимость, чтобы определить и проанализировать ее производную. Ученикам было объяснено, что функцию можно определить, исходя из некоторых данных, полученных экспериментальным путем. Интерес к этому вопросу, в свою очередь, может стать мотивацией изучения на дополнительных занятиях по математике основ численных методов, позволяющих приближенно составить функцию по некоторым дискретным значениям. Изучение может происходить и в ходе разработки межпредметных проектов, когда учащиеся могут экспериментально получить некоторые конкретные числовые данные и с помощью начал теории интерполирования составить интерполяционный многочлен.

Далее учащимся были предложены задачи с применением производной, содержащие материал по географии, медицине и экологии. Среди заданий было обозначено и следующее (№ 4): «Предложите свои определения производной в других дисциплинах, которые вы уже изучали или изучаете».

Задачи оценивались по следующей шкале:

- 2 балла – решение осуществлено верно,
- 1 балл – есть ошибки в нахождении производной,
- 0 баллов – решение неверное или отсутствует.

Ученики достаточно успешно справились с работой. Основные ошибки при выполнении задач после разработки проектов заключались в неправильном нахождении производной.

В табл. 2 приведена сравнительная характеристика двух работ – до разработки проекта учениками и после нее.

Таблица 2

Результаты диагностических работ

Проект по математике и	Ученик	Задания до разработки проектов			Задания после разработки проектов			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4 ¹²
физике	1	0	1	1	2	2	2	+
	2	0	0	0	2	2	1	+
биологии	3	0	1	0	1	2	1	+
	4	0	0	0	0	1	2	–
	5	0	0	0	1	1	2	–
	6	0	1	0	1	2	1	+
	7	0	0	0	1	1	2	–
химии	8	0	0	0	0	1	1	–
	9	0	0	0	1	1	0	–
	10	0	0	0	2	1	1	+
Средний балл		0	0,3	0,1	1,1	1,4	1,3	

Однако на вопрос № 4 ответили не все. Наиболее часто встречающиеся варианты те, которые ребята вывели из предложенных задач (например, в географии: производная – скорость изменения численности населения на некоторой территории).

В табл. 3 отражена деятельность учащихся и учителя по этапам разработки проектов на каждом проведенном занятии.

Рассмотрим особенности разработки каждого проекта отдельно.

В проекте «Задачи на применение производной в физике» практическим результатом было выбрано создание сборника задач с решениями. Группой был предложен большой спектр задач из различных областей физики, решение которых осуществляется с применением производной. Ими были использованы следующие основные теоретические положения.

1. Если материальная точка движется прямолинейно и ее координата изменяется по закону $x(t)$, то скорость ее движения $v(t)$ в момент времени t равна $x'(t)$. Ускорение $a = v'(t)$, тогда $a = v'(t) = x''(t)$.

2. Если $V(p)$ – закон изменения объема жидкости от внешнего давления p , то производная $V'(p)$ есть мгновенная скорость изменения объема при внешнем давлении, равном p .

3. Теплоемкость есть производная теплоты по температуре: $C = Q'(t)$.

¹² «+» – учащийся ответил на вопрос, «–» – учащийся не привел ни одного примера.

Таблица 3

Технологическая карта работы над проектами

	Этап	Содержание работы	Деятельность учащихся по созданию проекта по математике и			Деятельность учителя
			физике	биологии	химии	
Первое занятие	Подготовка	Мотивация учащихся, определение тем и целей проектов	Решение задач, мотивация Обсуждение названий и целей проектов			Мотивирование учащихся в ходе решения задач. Предоставление информации о проектном подходе. Помощь в постановке целей
			«Задачи на применение производной в физике». Цель – определить физический смысл производной, рассмотреть ее использование при решении задач	«Значение производной в биологии». Цель – выяснить значение производной в биологии на примере практических задач	«Производная в химии». Цель – выделение химического смысла производной и его применения	
Домашняя работа	Планирование ¹³	Определение источников информации, способа представления результатов	Конечный продукт – сборник задач с решениями. Начальный план (табл. 1)	Конечный продукт – брошюра. Начальный план (табл. 1)	Конечный продукт – презентация. Начальный план (табл. 1)	По мере предоставления учащимися планирования проектов учитель корректирует его, предлагает идеи
Второе занятие и домашняя работа	Исследование	Обобщение информации, решение задач	Обобщение собранного материала, решение подобранных задач			Наблюдает, советует, осуществляет косвенное руководство
	Оформление результатов	Оформление конечного продукта, формулировка выводов	Оформление сборника задач	Оформление брошюры	Оформление презентации	Контролирует в форме просмотра промежуточных результатов

¹³ Планирование хода создания проекта (в том числе выбор конечного продукта), подбор материала и оформление результатов на компьютере было предложено осуществить дома.

	Этап	Содержание работы	Деятельность учащихся по созданию проекта по математике и			Деятельность учителя
			физике	биологии	химии	
Третье и четвертое занятия	Презентация	Защита проекта	– Рассказ о физическом смысле производной; – рассказ об основных видах задач, решаемых с помощью производной; – примеры решения задач; – демонстрация подготовленного сборника задач с решениями	– Рассмотрение математической задачи, приводящей к использованию производной; – формулирование понятия производной в биологии; – приведение примеров решения задач	– Понятие производной в химии; – применение производной в химии; – приведение задач с химическим содержанием, решаемых с помощью производной	Слушает, задает вопросы как рядовой участник
	Оценка, обобщение		Оценка и самооценка. Обобщение понятия производной. Решение задач, диагностика			Участвует в обсуждении и оценке, отвечает на возникшие вопросы

4. Сила есть производная работы по перемещению: $F = A'(S)$.

5. Сила тока в цепи есть производная заряда по времени: $I = q'(t)$.

Для проекта «Значение производной в биологии» конечным продуктом служила разработка брошюры, отражающая понятие и значение производной в биологии с примерами задач. В нем учащиеся привели таблицу перевода понятий с одного языка на другой (табл. 4).

Таблица 4

Перевод понятий биологии на математический язык

Понятие на языке биологии	Обозначение	Понятие на языке математики
Численность в момент времени t	$x = x(t)$	Функция
Интервал времени	$\Delta t = t_2 - t_1$	Приращение аргумента
Изменение численности популяции	$\Delta x = x(t_2) - x(t_1)$	Приращение функции
Скорость изменения численности популяции	$\frac{\Delta x}{\Delta t}$	Отношение приращения функции к приращению аргумента
Относительный прирост в данный момент	$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$	Производная

Также были приведены несколько задач. Например: «Численность яблоневой плодожорки изменяется по закону $x(t) = t^3 - 5t^2 + 6t + 15$. В какой момент времени t численность яблоневой плодожорки будет минимальна?»

Итогом работы над проектом «Производная в химии» была презентация в MS PowerPoint, демонстрирующая основные выводы, сделанные в ходе изучения выбранной темы.

В этой группе в ходе исследования возникли самые серьезные трудности, поскольку они смогли подобрать только теоретический материал. Для решения этой проблемы нами были разработаны несколько задач, предложено учащимся придумать подобные и решить их.

Несмотря на это ребята удачно подобрали как теоретический, так и практический материал. В ходе защиты кроме теоретических выкладок они привели решение следующих задач.

1. Пусть количество вещества, вступившего в химическую реакцию, задается зависимостью $p(t) = 0,5t^2 + 3t + 3$. Найдите скорость химической реакции через 3 секунды.

2. В бак, наполовину заполненный кислотой, вливают воду, так что концентрация кислоты в момент времени t описывается зависимостью $f(t) = 6 - \frac{1}{6}t$. Определите скорость изменения концентрации в момент времени t_0 .

3. Скорость протекания химической реакции описывается зависимостью $y(t) = \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{12}t^4$. Какова наибольшая скорость протекания химической реакции?

Таким образом, было показано, что математика не существует в отрыве от остальной науки, а тесно взаимосвязана с ней и имеет широкое применение. Использование межпредметных проектов позволило не только углубить знания учащихся, но и применить их в решении задач естественнонаучных дисциплин, увидеть межпредметные связи между всеми ними.

Кроме этого, из практики видно, что в ходе работы над самим проектом для учащихся особое значение имел фактор недостаточности информации, что способствует развитию творческого и критического мышления. Например, в случае, когда у группы, разрабатывающей проект по химии, возникли проблемы с поиском задач (подобная же проблема возникла и у группы, разрабатывающей проект по биологии, но она была решена самостоятельно), после приведения им конкретного примера, они поняли, что примеры несложно придумать самим, используя те знания, которые они уже имеют. При разработке проекта по физике при достаточном объеме информации ребятам необходимо было в ней разобраться, выбрать главное, определить форму представления проекта, разобраться в ходе решения некоторых сложных задач.

3.2. Образец разработки рабочей тетради для оформления процесса создания проекта

Паспорт проектной идеи

1. Название проекта _____

2. Участники

<i>Ф. И. О.</i>	<i>E-mail, телефон</i>	<i>Распределение сфер ответственности</i>

3. Краткое описание ситуации

SWOT-анализ

Для компактного описания ситуации, в рамках которой предстоит разрабатывать и реализовывать конкретный проект, можно использовать такой метод, как SWOT-анализ. Название метода образовано от первых букв английских терминов: сила (strength), слабость (weakness), возможности (opportunities), угрозы (threats). Метод позволяет проанализировать проект с позиции каждой из четырех указанных выше сторон, что дает полное представление о ситуации и рисках проекта.

Выполните SWOT-анализ своего проекта.

<i>Внутренние факторы</i>	<i>Внешние факторы</i>
Сильные стороны	Возможности
Слабые стороны	Угрозы

Сделайте краткое описание ситуации проекта на основе SWOT-анализа.

4. Проблема, которую нужно решить в результате

5. Цели и задачи создания проекта

Конструирование целей и задач

<i>Цели</i>	<i>Аспект</i>	<i>Задачи</i>
Образовательные	1) Изучить; 2) сформировать представление; 3) выявить причинно-следственные связи; 4) выявить взаимосвязи; 5) разработать; 6) экспериментально проверить; 7) понять закономерность, закон, зависимость между	1) Рассказать о... 2) описать; 3) дать определение; 4) определить существенные признаки; 5) раскрыть взаимосвязь между; 6) рассмотреть причины, последствия; 7) показать, как влияют друг на друга; 8) доказать, что... 9) рассказать о теории, законе
Развивающие	1) Составить; 2) выделить главную мысль; 3) определить основные закономерности; 4) определить черты сходства и различия в изучаемых объектах и явлениях; 5) научиться составлять схему, таблицу; 6) научиться строить график	1) Прочитать и найти ответ на... 2) проанализировать содержание нескольких источников; 3) прочитать... и выделить главные вопросы, логические части; 4) найти зависимость одного явления (объекта) от другого; 5) привести доказательства того, что... 6) объяснить причины; 7) обосновать свою точку зрения по поводу; 8) составить схему, таблицу
Воспитательные	1) Сформировать самостоятельность, уверенность, целеустремленность, коммуникабельность; 2) научиться работать в группах; 3) научиться руководить и подчиняться; 4) научиться распределять обязанности	1) Планировать свою деятельность; 2) анализировать результаты работы; 3) уметь слушать и объяснять; 4) высказывать собственное мнение; 5) вносить вклад в работу группы

SMART-тест для формулировки цели проекта

Для оценки проектной идеи и степени ее проработанности используют так называемый SMART-тест. Название этого теста образовано первыми буквами английских слов, обозначающих следующие критерии оценки формулировки цели проекта:

S	конкретность (specific)
M	измеримость (measurable)
A	достижимость (achievable)
R	выгодность (rewarding)
T	временные рамки (time bound)

Сформулируйте SMART-цель проекта:

Проверка соответствия формулировки цели названным критериям проводится путем ответов на следующий перечень вопросов.

	Вопросы	
S	Есть ли точное выражение того, что именно должно быть получено в итоге реализации проекта? Четко ли определено, что именно относится к этой цели?	
M	Сможем ли мы увидеть и измерить результаты проекта в целом и его отдельных частей? Сможет ли третья сторона однозначно определить, достигнута цель или нет?	
A	Реальна ли поставленная цель? Возможно ли достижение заявленной цели с учетом имеющихся ресурсов? Можно ли ее достичь при возникновении прогнозируемых затруднений?	
R	Какая польза или выгода будет получена в результате достижения цели командой проекта, иными заинтересованными сторонами? Кто конкретно и какую конкретно выгоду сможет извлечь из достижения данной цели? Вносит ли достижение данной цели существенный вклад в достижение целей более высокого порядка?	
T	Какое время отведено на достижение данной цели? Достаточно ли выделенного времени для реального достижения данной цели? Установлена ли точная дата, когда цель будет достигнута?	

6. Ожидаемый результат (продукт)

7. Ориентировочный бюджет проекта

8. Методы или технологии, при помощи которых будет реализован проект

9. Преимущества данной проектной идеи или способа ее реализации по сравнению с имеющимися аналогами

10. Примерное планирование

<i>Этап</i>	<i>Дата достижения</i>	<i>Ожидаемый результат</i>

11. Допущения (условия или события, которые должны произойти, чтобы проект был успешным)

12. Ограничения (факторы, препятствующие реализации проекта)

Учимся презентовать проект

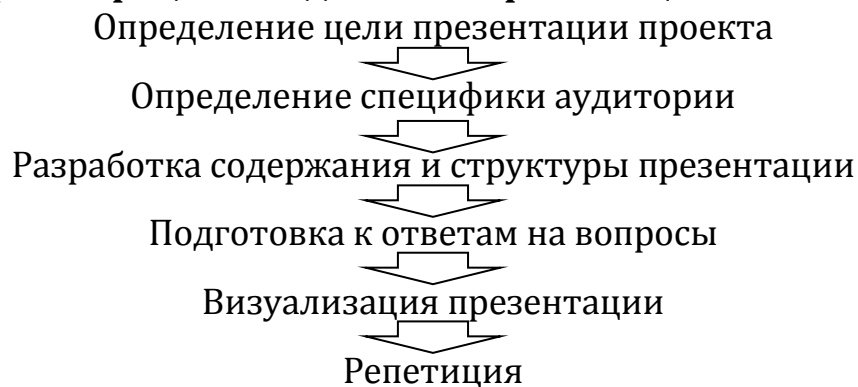
Понятие презентации

Презентация в проектном цикле занимает особое место, ее предназначение состоит в донесении целей проекта, его составляющих и показателей до инвесторов и заказчиков с целью принятия ими решения о финансировании.

Презентация – наглядная демонстрация жизнедеятельности проекта. Поэтому представление проекта инвестору в виде презентации – едва ли не главная составляющая его успеха.

Эффективная презентация – это запоминающееся информационное шоу, способное эффективно воздействовать на аудиторию и мотивировать ее к определенным дальнейшим действиям.

Алгоритм процесса подготовки презентации



Определение цели презентации проекта

Лаконично и конкретно сформулируйте **цель** презентации проекта.

Определите главную идею.

Определение специфики

Существуют две точки зрения на проект: точка зрения заказчика и точка зрения исполнителя.

Эффективная презентация полноценно отражает обе эти позиции. Поэтому анализ проблемной ситуации, прежде всего, должен учитывать позицию заказчика, а формулировки целей и ожидаемых результатов должны отвечать его ожиданиям.

Если вы хорошо представляете интересы слушающих вас людей, значит, вы сбалансированно и обоснованно сможете использовать **основные инструменты эффективной презентации**:

- **содержание проекта**, излагаемое с учетом потребностей и выгод тех, для кого предназначен данный проект;
- **эмоциональное воздействие**, вызывающее впечатление, которое останется надолго;
- **грамотно оформленный визуальный ряд**, иллюстрирующий содержание.

Разработка содержания и структуры презентации

Напомним **ключевые содержательные составляющие презентации**, которые отражают сбалансированность и внутреннюю связанность проекта:

- краткая общая информация о проекте (название, идея проекта);
- обоснование необходимости проекта (анализ ситуации);
- формулировка целей и задач проекта;
- календарный план-график;
- общая стоимость проекта;
- ожидаемые результаты и эффект проекта в долгосрочной перспективе (экономический, социальный, учебный).

Тщательно продуманное содержание презентации проекта должно подчеркиваться ее четкой структурой.

В структуре презентации выделяется **четыре функциональные части**, у каждой из которых свои задачи и средства: вступление, основная часть, заключение и ответы на вопросы.

Вступительная и заключительная части занимают от 10 до 30% общей длительности вашего выступления, однако общее впечатление от презентации проекта на 80% определяется ими.

Вступление и заключение – самые яркие моменты презентации, в них должно быть продумано и взвешено каждое слово.

Почти всегда люди дают окончательную оценку в момент завершения презентации. Поэтому в заключительной части еще раз напомните основную мысль, заострите внимание на ключевых деталях, подчеркните плюсы вашей работы.

Содержание основной части

Подготовка к ответам на вопросы

Весь секрет умения отвечать на вопросы во время проведения презентации проекта состоит в том, чтобы предвидеть их и быть к ним готовым!

Приведем несколько полезных советов.

- При помощи «мозгового штурма» участников команды составьте список возможных вопросов (не менее 70% вопросов, которые будут заданы, вы можете предвидеть).

- Во время ответа постарайтесь найти «мостик» между вопросом и основной мыслью. По максимуму используйте любую возможность продвижения основной идеи. Этот прием называется «привязка ответа к выступлению».

- Не превращайте ответ на вопрос еще в одну презентацию, вспомните афоризм А. П. Чехова: «Краткость – сестра таланта».

- При ответе повторите или перефразируйте вопрос.

Запишите возможные вопросы.

Предложите «красивые» и убедительные ответы на эти вопросы.

Специфика создания визуального ряда

Зрительный нерв в несколько раз толще слухового. Это значит, что огромный поток информации мы воспринимаем визуально, глазами.

Делайте презентацию проекта зрелищной!

Грамотно подобранный визуальный ряд сделает презентацию более привлекательной, красноречивой, убедительной и достоверной.

Грамотно использовать визуальный ряд – значит создать зрительный образ, который передаст слушателям вашу идею. Разумеется, такой образ легко создать при помощи анимации и слайдов.

Парадоксально, но иногда слайды «убивают» саму презентацию, превращая ее в «учебный показ с громкой читкой». Знакомая картина, не правда ли? Чтобы этого не произошло, советуем использовать следующие приемы.

- **Слайд не должен показывать все** – его задача актуализировать только самое главное и на этом акцентировать внимание слушателей. самого главного, как вы понимаете, не может быть много.

- **Наиболее важная идея слайда должна «схватываться» мгновенно.** Слайдов не просто должно быть мало – они должны быть такими, чтобы слушатель мог мгновенно «сфотографировать» их глазами, понять суть и тут же вернуться к главному – к выступающему с презентацией проекта.

- **На слайде не должно быть больше 4–5 строк текста.** Для слайда выбирайте простой фон и шрифт без засечек.

- **Слайд не должен конкурировать с вами в борьбе за внимание аудитории.** Ключевая фигура презентации – выступающий, а слайды лишь помогают его главной идее.

- **Правило популярного на Западе блогера Гая Кавасаки гласит: «10 слайдов на 20 минут с 30-м шрифтом».**

Репетиция, репетиция, репетиция!

Контрольный список вопросов помогает убедиться в том, что основные этапы алгоритма подготовки пройдены, необходимые действия по подготовке к представлению проекта выполнены.

<i>Вопрос</i>	<i>Да</i>
Сформулирована ли цель презентации?	
Поставлены ли основные задачи представления проекта?	
Сформулирована ли основная идея презентации проекта?	
Проведен ли предварительный анализ интересов аудитории? Составлен ли социально-психологический портрет аудитории?	
Отобрано ли основное содержание презентации с учетом поставленной цели?	
Выбраны ли методы подачи материала в соответствии с социально-психологическим портретом аудитории?	
Выработана ли четкая структура содержания?	
Составлен ли подробный и четкий план выступления?	
Выбран ли «ударный» момент в аргументации вашего представления?	
Проведен ли мозговой штурм с целью составления перечня возможных вопросов?	
Тщательно ли продуманы стратегии и тактики ответов, особенно на каверзные вопросы?	
Продуман ли и грамотно оформлен визуальный ряд, иллюстрирующий содержание презентации?	
Продуманы ли тактики организации пространственной среды для проведения презентации?	
Проведена ли репетиция с обязательным использованием всей техники, которая понадобится для демонстрации презентации?	

Презентация проекта

Помните о том, что ваша задача – оказать мощное, убеждающее воздействие на аудиторию, мотивирующее ее к определенным действиям.

Название проекта	
Руководитель и участники создания проекта	
Аудитория, которой адресована презентация	
Вступление __ мин. Основная мысль презентации	
Основная часть __ мин. Аргументация по модулям	
Заключение __ мин. Напомнить основную мысль, заострить внимание на ключевых деталях, подчеркнуть плюсы предложения	
Ответы на вопросы __ мин	

Приложения

Приложение 1. Этапы работы над межпредметным проектом (основные этапы по В. В. Гузееву)

Этап	Содержание работы на этом этапе	Деятельность учащихся	Деятельность учителя	Этап при-своения ин-формации	Организа-ционные фор-мы «уроков»	«Блок уроков»
Подготовка	Определение темы и целей проекта	Обсуждают предмет с учителем и получают при необходимости дополнительную информацию	Знакомит со смыслом проектного подхода и мотивирует учащихся. Помогает в постановке целей	Мотивация. Целеполагание	Рассказ, беседа, лекция и др.	Вводное повторение, организация деятельности
Планирование	а) определение источников информации б) определение способов сбора и анализа информации в) определение способа представления результатов (формы отчета, конечного продукта) г) установление процедур и критериев оценки результатов и процесса д) распределение задач (обязанностей) между членами команды	Вырабатывают план действий. Формулируют задачи	Предлагает идеи, высказывает предположения	Планирование. Построение ориентировочной схемы действий	Беседа, самостоятельная работа, семинар («мозговой штурм»), практикум	Изучение нового материала
Исследование	Сбор информации, решение промежуточных задач. Основные инструменты: интервью, опросы, наблюдения, эксперименты	Выполняют исследование, решая промежуточные задачи	Наблюдает, советует, косвенно руководит деятельностью	Действия (операции)	Самостоятельная работа, практикум, экскурсия, практическая работа, лабораторная работа	
Результаты и выводы	Анализ информации. Формулирование выводов	Анализируют информацию	Наблюдает, советует	Рефлексия	Семинар, консультация, беседа	

<i>Этап</i>	<i>Содержание работы на этом этапе</i>	<i>Деятельность учащихся</i>	<i>Деятельность учителя</i>	<i>Этап при- своения ин- формации</i>	<i>Организа- ционные фор- мы «уроков»</i>	<i>«Блок уроков»</i>
Представление конечного продукта или отчет	Возможные формы представ- ления отчета: устный отчет, устный отчет с демонстраци- ей материалов, письменный отчет	Отчитываются, обсуждают	Слушает, задает целе- сообразные вопросы в роли рядово- го участника			Закрепление. Изучение нового мате- риала. Обобщающее повторение
Оценка результатов и процесса		Участвуют в источниках, оценке путем неиспользо- вавшие воз- можности, обсуждения и потенциал продолже- ния, качество отчета и реа- лизации ко- нечного про- дукта	Оценивает усилия уча- щихся, креа- тивность, качество ис- пользования	Оценка. Коррекция	Беседа, кон- сультация	Контроль

Приложение 2. Оценивание межпредметного проекта¹⁴ (по 20 возможных пунктов на критерий)

	<i>Слабая работа</i> (0–10 пунктов)	<i>Нуждается в доработке</i> (11–13 пунктов)	<i>Хорошая работа</i> (14–17 пунктов)	<i>Отличная работа</i> (18–20 пунктов)
Содержание	Представленная информация неточна или не дана. Нет интеграции	Информация частично изложена. В работе использован только один ресурс. Интеграция ограничивается численными данными	Достаточно точная информация. Использовано более одного ресурса. Достаточное содержание математического материала. Отсутствие грубых ошибок	Полные данные, не содержащие ошибок. Обработан большой объем материала, в котором достаточное содержание математики
Применение работы, решение проблемы проекта	Не определена область применения данной работы. Процесс решения неточный или неправильный, отсутствие решения проблемы	Отражены некоторые области применения темы. Процесс решения неполный	Отражены области применения темы. Процесс решения практически завершен	Отражены области применения темы. Изложена стратегия решения проблем
Защита проекта	Не раскрыты и неясны цель и содержание проекта. Объяснения некорректны, запутаны или неверны	Содержание частично раскрыто. Некоторый материал изложен некорректно	Сформулированы и раскрыты цель и содержание проекта. Четко видна интеграционная составляющая математики с другой дисциплиной	Четко видна интеграционная составляющая математики с другой наукой. Свободное владение материалом, четкие ответы на вопросы
Элементы оформления презентации (или отчета, конечного продукта)	Отсутствие авторской индивидуальности в представлении результатов. Отсутствие конечного продукта	Некоторые основы для создания полного отчета или презентации. (Слайды презентации просты в понимании.) Конечный продукт имеет ошибки в оформлении	Точный план для создания полного отчета или презентации. (Слайды презентации просты в понимании, единообразны в оформлении.) Конечный продукт имеет небольшие недочеты в оформлении	Точный план для создания полного отчета или презентации. (Слайды презентации просты в понимании, единообразны в оформлении.) Конечный продукт не имеет ошибок и недочетов в оформлении
Элементы творчества и оригинальности	Стандартная работа, не содержит авторской индивидуальности	В работе или оформлении ее результатов присутствуют авторские находки. Приведение простых стандартизированных математических примеров	В работе или оформлении ее результатов присутствует достаточное количество авторских находок, самостоятельное решение математических задач	Содержится большое число оригинальных, изобретательных примеров, интегрирующих математику с другими дисциплинами
Коллективная работа	Не спланирована работа в группе. Несколько членов группы отвечают за работу всей команды	Большинство членов команды участвует, но продуктивность деятельности сильно варьируется	Работа над материалом равномерно распределена между большинством участников команды	Слаженная работа в группе. Вся деятельность равномерно распределена между членами команды

¹⁴ Intel® «Обучение для будущего» (при поддержке Microsoft). М.: Русская редакция, 2006.

Библиографический список

Intel® «Обучение для будущего» (при поддержке Microsoft). – М.: Русская редакция, 2006. – 368 с.

Винокурова Н., Енисеева О. Один из приемов реализации интегративного подхода в обучении // Математика. – 1999. – № 36. – С. 2–3.

Гузев В. «Метод проектов» как частный случай интегральной технологии обучения // Директор школы. – 1995. – № 4. – С. 39–47.

Интеграция различных областей естественнонаучного знания на уроках математики, физики, информатики / М. Е. Аладьина, С. В. Оломская, Л. Н. Жданова, Т. О. Копцева. – URL:

http://festival.1september.ru/2005_2006/index.php?numb_artic=312534.

Киселева М. М. Использование компьютерных технологий в межпредметных проектах // Информатика и образование. – 2005. – № 8. – С. 27–37.

Ларионова О. Г., Харин Н. П. Организация проектной деятельности учащихся при изучении геометрии // Математика в школе. – 2007. – № 8. – С. 8–10.

Математика. 9–11 классы: Проектная деятельность учащихся / Авт.-сост. М. В. Величко. – Волгоград: Учитель, 2007. – 123 с.

Межпредметные связи естественно-математических дисциплин / Под ред. В. Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 207 с.

Метод проектов. – URL: http://muk21-konkovo.narod.ru/UPK-WEB/proj_2loci1103.htm.

Метод учебных проектов в естественнонаучном образовании / Под ред. В. С. Рохлова. – М.: МИОО, 2006. – 96 с.

Методические рекомендации по организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся в образовательных учреждениях г. Москвы. – URL: <http://www.educom.ru/ru/documents/archive/advice.php>.

Ошибки при работе с проектом. – URL: <http://geonik.ucoz.ru/load/1-1-0-5>.

Полат Е. Метод проектов: Типология и структура // Лицейское и гимназическое образование. – 2002. – № 9. – С. 43–47.

Романовская М. Б. Метод проектов в учебном процессе. – М.: Педагогический поиск, 2006. – 160 с.

Савенков А. И. Исследовательское обучение и проектирование в современном образовании. – URL: http://www.researcher.ru/methodics/teor/a_1xitfn.html.

Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2 т. Т. 1. – М.: НИИ школьные технологии, 2006. – 816 с.

Сергеев И. С. Как организовать проектную деятельность учащихся: Практическое пособие для работников общеобразовательных учреждений. – М.: АРКТИ, 2006. – 80 с.

Слепова Е. Б. Роль проектного метода в развитии творческих способностей обучающихся. – URL: <http://www.sibuch.ru/article.php?no=640>.

Шварцбург С. И. Математика и естествознание. Проблемы математической школы. – М.: Просвещение, 1969. – 448 с.

Шепель О. М. Проблемы интеграции математики, физики, химии, биологии в преподавании предмета «Основы естественнонаучного познания мира» // Школьные технологии. – 1999. – № 1–2. – С. 153–155.

Оглавление

Предисловие, или	
Зачем нужны проекты по математике	3
Глава 1. Методические аспекты разработки межпредметных проектов по математике и естественнонаучным дисциплинам	
1.1. Синтез интегральной и проектной технологий в обучении математическим и естественнонаучным дисциплинам	5
1.2. Методика подготовки, разработки и проведения межпредметного проекта и ее особенности	8
Глава 2. Межпредметные проекты по математике и естественнонаучным дисциплинам	
2.1. Межпредметные проекты по математике и физике	12
2.2. Межпредметные проекты по математике и химии	20
2.3. Межпредметные проекты по математике и биологии	24
2.4. Межпредметные проекты по математике и географии	30
2.5. Проекты, интегрирующие математику и несколько естественнонаучных дисциплин	35
Глава 3. Практические материалы для работы над межпредметными проектами	
3.1. Пример опыта использования межпредметных проектов в обучении	38
3.2. Образец разработки рабочей тетради для оформления процесса создания проекта	45
Приложения	
Приложение 1. Этапы работы над межпредметным проектом	53
Приложение 2. Оценивание межпредметного проекта	55
Библиографический список	56

Учебное издание

**Горев Павел Михайлович
Лунеева Ольга Леонидовна**

**Межпредметные проекты
учащихся средней школы:
Математический и естественнонаучный циклы**

Редактор *Ю. Болдырева*
Технические редакторы *О. Лунеева, П. Горев*
Верстка и обложка *П. Горев*

Подписано в печать 31.01.2014. Формат 60х84/16.
Гарнитура «Cambria». Бумага офсетная.
Усл. п. л. 4,0. Тираж 500 экз. Заказ № .



Издательство АНО ДПО «Межрегиональный центр
инновационных технологий в образовании»
610035, г. Киров, ул. Калинина, 38, оф. 318