

Горев Павел Михайлович,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры фундаментальной и компьютерной математики ФГБОУ ВО «Вятский государственный гуманитарный университет», г. Киров

pavel-gorev@mail.ru



Лунеева Ольга Леонидовна,

учитель математики МОАУ «Лицей № 21», г. Киров

luneeva.olga@gmail.com

Шехирева Елена Ивановна,

учитель математики, заместитель директора по УВР МОАУ «Лицей № 21», г. Киров

e-shehireva@mail.ru

Курс «Математика в естествознании» для 7–9-х классов средней школы в структуре непрерывного математического образования*

Аннотация. В статье представлены структура и содержание дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы курса «Математика в естествознании» для учащихся 7–9-х классов. Программа рассматривается с позиций организации в образовательном учреждении непрерывного математического образования во взаимосвязи основных и дополнительных образовательных программ для учащихся всех профилей, в частности обучающихся в классах с углубленным изучением естественнонаучных дисциплин (биология, химия). Также обращается внимание на возможности включения в курс исследовательских проектов учащихся междисциплинарного характера.

Ключевые слова: межпредметные связи, метапредметный подход, непрерывное математическое образование, обучение математике, проектная деятельность.

Раздел: (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

На современном этапе модернизации отечественного образования наблюдается необходимость в создании условий, способствующих возникновению у учащихся познавательной потребности в приобретении знаний, в овладении способами их использования, и влияющих на формирование навыков самостоятельной мыслительной деятельности, которая позволила бы им реализоваться в жизни, используя внутренний потенциал, как интеллектуальный, так и творческий. Для этого недостаточно только формировать крепкие предметные знания и умения; требуется личностное развитие учащихся, в частности на межпредметном и метапредметном уровнях.

Не исключением является и школьное математическое образование. Вопрос необходимости формирования навыков решения прикладных математических задач с естественнонаучным, техническим или экономическим содержанием встает перед учителем математики все чаще. Однако на этом пути возникают определенные трудности, решать которые необходимо системно [1].

* Статья написана при финансовой поддержке РГНФ и Кировской области, проект № 15-16-43005 «Проблемы и перспективы развития непрерывного математического образования в Кировской области».

С одной стороны, огромный объем предметного материала, определенный стандартами, не дает времени для привлечения межпредметных связей непосредственно в основном математическом образовании, т. е. на уроках математики. У учителя есть строгий и четкий календарно-тематический план, которому он должен следовать. Есть строго определенные показатели усвоения предметных знаний и умений, которые он должен проверить и оценить. Помимо нехватки времени зачастую встает вопрос компетентности учителя в других дисциплинах – одно дело, когда речь идет о прикладных физических задачах, другое – когда учителю приходится сталкиваться с вопросами биологии, химии или экономики, которые от него могут быть достаточно далеки.

С другой стороны, новый федеральный государственный образовательный стандарт требует от учителя формирования метапредметных умений, в частности умений использовать знания в практической деятельности. Стоит отметить и тот факт, что все больше заданий итоговой государственной аттестации как за курс основной, так и за курс полной средней школы становятся практико-ориентированными. И если раньше такие задания встречались в основном в блоках базового уровня сложности, то теперь они появляются и во второй, продвинутой, части единого экзамена по математике, требующей от выпускников высокого уровня метапредметности.

Законы математики непреложны и работают во всех сферах человеческой деятельности. Но и математика черпает идеи для своего дальнейшего развития именно в проблемах прикладных наук. Если предположить возможность изучения математики в отрыве от ее межпредметной универсальности, то легко спрогнозировать результат – учащиеся не смогут решить ничего, кроме теоретических вопросов и простейших арифметических задач.

Однако в современных условиях ранней профилизации у учащихся, углубленно изучающих нематематические дисциплины, порой недостаточно возможностей для осознания и усвоения огромного множества математических методов и приемов, которые используются в их профиле. Возникает необходимость наполнения образовательного пространства новым междисциплинарным содержанием.

Не исключением является и сложившаяся к настоящему времени структура образовательного процесса в МОАУ «Лицей № 21» г. Кирова, которая строится в нескольких направлениях профилизации: со 2-го года обучения вводятся классы с углубленным изучением иностранного языка, математики и естественных наук, продолжая эти направления, в 5-ом классе дополнительно организуется углубленное изучение информатики, а в 10-ом – обществознания. Таким образом, в лицее фактически в каждой параллели есть естественнонаучные классы, где на углубленном уровне изучают со 2-го класса биологию, а с 8-го – химию.

Для таких классов нами разработан систематический курс «Математика в естествознании», предназначенный для учеников 7–9-х классов. Курс подразумевает изучение его в рамках дополнительных занятий, часы которых выделяются за счет части учебного плана, формируемой участниками образовательного процесса, что позволяет решить вопрос с нехваткой времени во время обычных уроков математики. В дальнейшем планируется разработать такой курс для учащихся 10–11-х классов.

Целью курса является обеспечение качественной дополнительной математической подготовки учащихся естественнонаучных классов на материале профилизации через показ взаимопроникновения вопросов математики и естественных наук.

Основными задачами курса являются:

- повышение интереса учащихся к математике через предметы естественнонаучного цикла, через демонстрацию связей математики с жизнью;
- повышение уровня математической подготовки школьников (курс направлен на учащихся 7–9 классов, а значит ведение такого курса – еще и подготовка к итоговой аттестации по математике);

– подготовка детей к исследовательской и проектной деятельности в области математических знаний на уровне межпредметных проектов.

Занятия проводятся 1 раз в неделю. Материал разделен на четыре тематических блока в каждый год обучения в общем объеме 34 часа. Последними двумя уроками каждого блока предусматривается проведение обобщения и контроля, который можно организовать в самых различных формах – от обычной контрольной работы в виде набора задач до круглого стола по обсуждению проблем, который покажет уровень усвоения учащимися темы. Помимо этого, в конце каждого года обучения выделяется академический час на обобщающее повторение.

Кратко охарактеризуем тематику курса: «Проценты, смеси, сплавы», «Графы в естественных науках», «Комбинаторные и вероятностные задачи в естествознании», «Приближенные вычисления и погрешности», «Неопределенные уравнения и их применение в естествознании», «Геометрия в естествознании», «Вариационные ряды и их применение в естествознании», «Матрицы и их использование в естественных науках»; «Новые грани геометрии в естествознании (многогранники, фракталы)».

Остановившись далее в основном на математической составляющей разделов, определим в некоторых случаях более подробно, на сколько это позволяет объем статьи, и точки соприкосновения с естественнонаучными дисциплинами.

Первая тема в **7 классе** – **«Проценты, смеси, сплавы»** (9 часов).

Тема «Проценты» изучается в основном курсе математики 6-го класса. Недостаток времени и неосознанное на тот момент изучение школьниками данных вопросов ведут к недостаточному усвоению материала учащимися. А ведь от умения находить процент от числа, число по его проценту во взрослой жизни зависит не только финансовое состояние человека, но порой и сама жизнь, особенно для людей, работающих с химическими веществами разной концентрации.

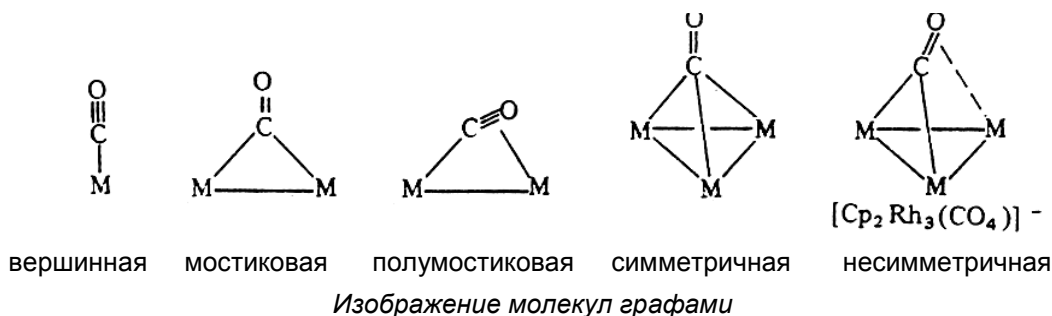
Поэтому основной целью изучения темы стала необходимость сформировать навыки решения прикладных задач на проценты. Здесь в определенной степени осуществляется пропедевтика химии, в которой задачи подобного рода являются немаловажными на стадии начального изучения, тем самым естественнонаучной составляющей темы является само содержание задач. Помимо занятий по обобщению материала и контрольной работы предусматривается проведение уроков со следующим содержанием: понятие процента; простые и сложные проценты; задачи на изменение процентов, в том числе сложных; многоходовые задачи на изменение процентов; задачи на концентрацию, смеси и сплавы; задачи на смеси и сплавы, решаемые с помощью уравнений (линейных); сложные задачи на концентрацию.

Раздел математики «Графы» не входит в школьный курс, и для математической науки достаточно молодой. Он появился в 1736 году на основе предложенной Леонардом Эйлером задачи: можно ли совершить прогулку по Кёнигсбергу, чтобы пройти по всем мостам через реку Преголя только один раз и вернуться домой.

Графы могут изображать любые структуры, в том числе в различных областях естествознания. Так, при анализе природных систем часто используют линейные и древовидные (иерархические) структуры. Поэтому включение темы **«Графы»** (7 часов) вполне оправдано и предусматривает изучение возможностей применения теории графов в естественнонаучных дисциплинах [2]. Здесь предлагаются занятия по изучению следующих математических вопросов: понятие графа; степени вершин и число ребер; связные и несвязные графы; изоморфизм графов; деревья; ориентированные графы.

Элементы графов, виды графов, ориентация графов – все это математическая составляющая данной темы. А примером дерева графов в природе являются сами деревья, кровеносная система человека и т. д.

Идея о том, что порядок соединения атомов имеет ключевое значение для свойств вещества, легла в основу представления молекул с помощью графов, в которых атомы играют роль вершин, а химические связи между ними – ребер, соединяющих вершины. В графическом представлении длины связей и углы между ними игнорируются. Молекулы изображаются следующими графами.



Графы – это математические объекты, поэтому их можно характеризовать с помощью чисел и матриц. Строение молекул можно выражать числами, которые связаны со структурой молекулярных графов. Эти числа в химии называют «топологическими индексами». Рассчитав какой-либо топологический индекс для большого числа молекул, можно установить связь между его значениями и свойствами веществ, и затем использовать эту связь для предсказания свойств новых, еще не синтезированных веществ.

Изучение следующего тематического блока **«Комбинаторика»** (10 часов) направлено на формирование четких представлений о его практической ориентации и подготовке к изучению понятия вероятности в естественных науках. Сюда включены уроки, отражающие основные комбинаторные методы и приемы, а именно: перебор вариантов, критерии перебора; сокращение перебора; правила комбинаторного умножения и сложения; решение задач комбинаторики без формул; перестановки без повторений, факториал числа; размещения без повторений и с повторениями; сочетания без повторений; решение различных комбинаторных задач.

Тема **«Вероятность событий»** (7 часов) хоть и включена в общий курс математики, но содержание ее задач далеко от реальных процессов, а потому у учащихся складывается неоднозначное отношение к понятию вероятности – «Зачем оно?». С другой стороны, оно имеет особое значение для всех наук – необходимость вычисления вероятности того или иного явления или результата опыта встает перед каждым ученым и ошибаться здесь нельзя. Здесь предлагается изучение следующих вопросов: эксперимент и события, виды событий; вероятность события: статистический подход; вероятность события: классический подход; основные теоремы теории вероятностей; решение вероятностных задач на материале естественных наук.

Начало **8 класса** связано с введением еще одной естественнонаучной дисциплины – химии, а она в свою очередь дает возможность реализации многих опытов, а соответственно и системы измерений. Помимо этого, и содержание уроков физики углубляется и расширяется, учащиеся также проводят достаточное количество лабораторных и практических работ с измерениями и вычислениями. В этой связи в наш курс была включена тема **«Приближенные вычисления и погрешности»** (9 часов). При ее изучении актуализируются такие математические вопросы: абсолютная и относительная погрешности; стандартный вид числа; приближенные вычисления; представления системы СИ и стандартный вид числа; запись приближенных значений; действия над приближенными значениями; величины, соотношения между величинами.

Тема имеет не малое значение в естествознании. В химии, как и в физике, нет иррациональных чисел. Иррациональное число содержит бесконечное число знаков в десятичной записи. Эти науки – экспериментальные, они оперируют результатами измерений, которые выражаются или целыми числами, или дробными, но полученными с конечной точностью, как правило, не более 4-х значащих цифр. Например, показатель преломления вещества может быть равен 1,414, но не бывает равным корню из 2. Поэтому числа π и e , часто возникающие в химических и физических расчетах, обычно округляют до 3,14 и 2,72, соответственно.

В химии также нет понятия «бесконечность». Вселенная очень велика, но в природе нет бесконечно больших величин. Каковы же самые большие числа, используемые химиками и физиками? Число атомов во Вселенной оценивается как 10^{500} , на Земле – 10^{80} атомов, в человеческом организме их примерно 10^{27} . В статистической термодинамике возникает число способов перестановки одинаковых молекул в порции жидкого вещества, которое равно $N!$, где $N \sim 10^{23}$.

Все эти моменты дают нам возможность задуматься не только о законах природы и жизни во Вселенной, но и о самой природе числа.

Самая распространенная математическая модель реальной ситуации – это уравнение. И если в основном курсе математики в достаточной мере исследуются уравнения первой и второй степени с одной переменной, анализируются их решения относительно параметров, то изучение уравнений с двумя переменными сводится к их геометрическому представлению – к некоторой линии на координатной плоскости. Однако в реальной жизни наиболее часто встречается зависимость двух факторов друг от друга, а соответственно и, как их модели, рассматриваются уравнения с двумя переменными. Поэтому в курс включен блок **«Неопределенные уравнения»** (7 часов), в ходе которого рассматриваются следующие вопросы: делители и кратные; НОД и НОК, связь между ними; линейные уравнения с двумя неизвестными; общее уравнение прямой; взаимное расположение двух прямых в координатной плоскости.

Геометрия как наука произошла непосредственно из практической необходимости, и в современных условиях ее понятия все больше применяются в научных изысканиях. Поэтому теме **«Геометрия в естествознании»** (10 часов) уделяется особое внимание. Основная цель – сформировать представление об универсальности геометрических понятий в природе и объектах человеческой деятельности. Реализация этого происходит в ходе рассмотрения таких вопросов: осевая симметрия; композиция осевых симметрий; центральная симметрия; симметрия в пространстве; симметрия в природе; пропорциональные отрезки; золотое сечение, золотой прямоугольник, золотая спираль; золотое сечение в природе.

Если мы разделим отрезок на два отрезка так, что отношение всего отрезка к большему будет равняться отношению большего отрезка к меньшему, то это отношение будет выражаться иррациональным числом, которое называют золотой пропорцией или золотым (божественным) сечением. Математическую составляющую темы «Золотое сечение» можно дополнить вопросами золотого прямоугольника, золотого циркуля и т. д. Насекомые летят по золотой спирали, когда приближаются к источнику света. Так же двигаются хищные птицы. Это единственный способ держать голову в одном и том же положении чтобы не выпустить цель из поля зрения при максимальной скорости. Листья растений не растут друг над другом, а расположены на ветке так, что тоже составляют золотую пропорцию. Это позволяет им получить наибольшее количество солнечного света.

Золотую пропорцию можно выразить последовательностью чисел Фибоначчи, которой выражается количество лепестков на цветах; у морских звезд количество окончаний

соответствует числам данной последовательности. Раковины моллюсков часто имеют форму золотой спирали. Золотая пропорция в природе встречается неестественно часто. Эксперименты в этой области дают пищу для размышлений и возможность этим заняться учащимся. Исследование объектов природы еще приятно и эстетически.

Симметрия в природе – еще один емкий по содержанию вопрос. Она лежит в основе фундаментальных законов природы, таких как закон сохранения энергии. Что определяет симметрию в объектах природы? Какие преимущества получают симметричные объекты? Все это вопросы, ответы на которые могут найти сами учащиеся.

Симметрия – очень распространенное явление в химии: практически все известные молекулы либо сами обладают симметрией какого-либо рода, либо содержат симметричные фрагменты. В химии труднее обнаружить несимметричную молекулу, чем симметричную. Таблица зависимости свойств химических веществ от числа симметрий правильных многогранников, составляющих их макроструктуры показана ниже.

Соответствие макроструктур химических веществ правильным многогранникам

Название многогранника	Тетраэдр	Гексаэдр	Октаэдр
Общее число симметрий	9	19	19
Химические вещества	H_2SO_4 , H_2O , H_4C , H_3N	Fe , Cu , W , Si	$C_{алмаз}$

Анализируя эту таблицу, можно сделать вывод: чем более высокой симметрией обладают макроструктуры веществ, тем эти вещества прочнее, более блестящие, тем выше у них температуры кипения и плавления, лучше теплопроводность.

В продолжение предыдущих двух тем – «Приближенные вычисления» и «Геометрия в естествознании» включен блок **«Измерения на местности»** (7 часов), введенный с целью формирования навыков применения геометрических методов при решении практических задач. Стоит отметить, что задачи подобного плана встречаются в модуле «Реальная математика» итоговой аттестации за курс основной школы. Здесь предлагаются такие математические вопросы: измерительные инструменты и топографический план; измерение и построение углов на местности; линии уровня, изучение поверхностей по линиям уровня; применение подобия при измерении высот; применение подобия при измерении расстояний.

В 9 классе первая тема – **«Обработка статистической информации»** (9 часов). Ее введение обосновывается широким спектром межпредметных задач этой области. Помимо этого, тематика уроков рассчитана на рассмотрение заданий модуля «Реальная математика» итоговой аттестации за курс основной школы. В ходе изучения есть возможность применить целый спектр математических методов при сборе информации, например, из химических или физических опытов, а потом систематизировать ее и представить в различных видах. Поэтому можно говорить об огромном проектном потенциале данного блока. В ходе его изучения рассматриваются следующие математические вопросы: чтение и запись информации, представленной в форме таблиц; чтение и запись информации, представленной в форме графиков; чтение и запись информации, представленной в форме диаграмм; анализ статистической информации; расчеты по формулам; естественнонаучные модели, основанные на уравнениях; естественнонаучные модели, основанные на неравенствах.

С такой же целью вводится и тематический блок **«Вариационные ряды»** (7 часов). Данная тема также имеет огромный прикладной и проектный потенциал, а значит, ее изучение может стать основой для межпредметных проектов. Здесь предлагается следующая тематика вопросов: вариационные ряды, ранжирование; графическое представление вариационных рядов; средние величины: среднее значение, мода, медиана; показатели вариации: размах, дисперсия, среднее квадратичное отклонение; задачи естествознания с вариационными рядами.

Еще одной математической моделью реальных ситуаций, доступной для школьника и имеющей большое применение в естественных науках, является система линейных уравнений. В этой связи вводится тема **«Матрицы, определители, системы линейных уравнений»** (10 часов). Здесь рассматриваются методы решения систем, не входящих в основной курс, но имеющие большое прикладное значение. Предлагаются следующие темы для занятий: матрицы, виды матриц, применение в естествознании, представление графов в виде матриц; линейные операции над матрицами; умножение матриц; определители второго порядка; определители третьего порядка; системы линейных уравнений, метод Крамера; метод Гаусса решения систем линейных уравнений; решение систем линейных уравнений разными способами.

По программе 9-го класса в конце изучения курса планиметрии проводятся вводные уроки стереометрии и рассматриваются начальные сведения по темам «Многогранники» и «Тела и поверхности вращения». Непосредственно в ходе них изучать прикладные вопросы межпредметной направленности уже не хватает времени – близится экзамен, поэтому есть возможность их рассмотреть на занятиях нашего курса в теме **«Новые грани геометрии в естествознании»** (7 часов). Помимо этого, включены уроки, посвященные понятию фрактала. Предполагается следующая тематика вопросов: правильные и полуправильные многогранники; многогранники и решетки химических структур; фракталы: понятие и значение в естествознании; фрактальные кривые: построение и анализ.

Таким образом, в ходе уроков курса создаются условия для развития у учащихся системных знаний и формирования в полном объеме метапредметных умений и межпредметных представлений.

Помимо этого, стоит отметить и широкие возможности использования в ходе изучения курса метода межпредметных проектов – учащиеся могут разрабатывать как краткосрочные проекты с защитой в конце изучения темы (уроки обобщающего повторения), так и долгосрочные, которые они будут защищать в конце учебного года [3, 4]. Можно реализовать проект и в рамках одного занятия, например, оформить решение той или иной задачи в виде модели, заготовки или даже непосредственного изделия, которое впоследствии можно было бы использовать самим учащимся или учителем (например, модели, демонстрирующие симметрию в окружающем мире или математические методы при измерениях на местности и т. п.).

Закончим нашу статью высказыванием известнейшего английского философа, работавшего во времена, когда математиком можно было назвать любого ученого, Роджера Бэкона: «Тот, кто не знает математики, не может узнать никакой другой науки и даже не может обнаружить своего невежества».

Мы считаем, что предлагаемый курс «Математика в естествознании» должен стать для учащихся естественнонаучных классов тем связующим звеном, которое позволит им не утратить интерес к предмету математики, а, наоборот, понять насколько математические законы лучше позволяют понять окружающую нас действительность, природу, да и саму жизнь.

Ссылки на источники

1. Горев П. М. Направления совершенствования школьного математического образования // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. Выпуск 17: периодический межвузовский сборник научно-методических работ. – Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2015. – С. 224–236.
2. Горев П. М. Приобщение школьников к опыту творческой деятельности по математике через систему задач, реализующих интегративные связи // Концепт. – 2011. – 2 квартал 2011. – ART 11201. – URL: <http://e-koncept.ru/2011/11201.htm>.
3. Горев П. М., Ошергина Н. В. Проектная и исследовательская деятельность учащихся средней школы в области математических знаний // Концепт. – 2015. – № 10 (октябрь). – ART 15342. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/15342.htm>.
4. Горев П. М., Лунеева О. Л. Межпредметные проекты учащихся средней школы: математический и естественнонаучный циклы. – Киров: Изд-во МЦИТО, 2014. – 58 с.

Pavel Gorev,

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the chair of Fundamental and Computational Mathematics, Vyatka State University of Humanities, Kirov

pavel-gorev@mail.ru

Olga Luneeva,

math teacher of the Lyceum number 21, Kirov

luneva.olga@gmail.com

Elena Shehireva,

math teacher, deputy director of the Lyceum number 21, Kirov

e-shehireva@mail.ru

The course “Mathematics in the Natural Sciences” for 7–9 classes of high school in the structure of Continuous Mathematical Education

Abstract. The paper presents the structure and content of the additional secondary (general developmental) of the course “Mathematics in the Natural Sciences” for students of 7–9 grades. The program is considered from the standpoint of the organization in an educational institution for Continuous Mathematical Education in the relationship of basic and additional educational programs for students of all profiles, in particular students in classes with intensive study of natural sciences (biology, chemistry). Also draws attention to the possibility of including in the course of research projects of students of an interdisciplinary nature.

Key words: interdisciplinary communication, metasubject approach, continuous mathematical education, learning math, design activity.

References

1. Gorev, P. M. (2015) *Napravleniya sovershenstvovaniya shkol'nogo matematicheskogo obrazovaniya* // Matematicheskij vestnik pedvuzov i universitetov Volgo-Vjatskogo regiona. Vypusk 17: periodicheskij mezhvuzovskij sbornik nauchno-metodicheskikh rabot. – Kirov. – P. 224–236 (in Russian).
2. Gorev, P. M. (2011) *Priobshhenie shkol'nikov k opytu tvorcheskoy dejatel'nosti po matematike cherez sistemu zadach, realizujushih integrativnye svyazi* // Koncept. 2 kvartal 2011. ART 11201. URL: <http://e-koncept.ru/2011/11201.htm> (in Russian).
3. Gorev, P. M. & Oshergina, N. V. (2015) *Proektnaja i issledovatel'skaja dejatel'nost' uchashhihsja srednej shkoly v oblasti matematicheskikh znaniy* // Koncept. № 10/ ART 15342. URL: <http://e-koncept.ru/2015/15342.htm> (in Russian).
4. Gorev, P. M. & Luneeva, O. L. (2014) *Mezhpredmetnye proekty uchashhihsja srednej shkoly: matematicheskij i estestvennonauchnyj cikly*. Kirov: Izd-vo MCITO. 58 p. (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Некрасовой Г. Н., доктором педагогических наук, профессором, членом редакционной коллегии журнала «Концепт»

Поступила в редакцию <i>Received</i>	08.11.15	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	10.11.15
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	10.11.15	Опубликована <i>Published</i>	30.11.15



www.e-koncept.ru

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2015

© Горев П. М., 2015