ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 378

Задорожная Ольга Владимировна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры алгебры и анализа Калмыцкого государственного университета, Элиста (Россия).
E-mail: ovz_70@mail.ru

РОЛЬ УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ В ФОРМИРОВАНИИ НАВЫКОВ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. *Цель* статьи – показать возможность применения учебных проектов в учебном процессе вуза и перспективы данного метода при подготовке будущих специалистов-математиков.

Методология и методика исследования. Были использованы теоретические методы исследования (анализ философской, психолого-педагогической, методической литературы по теме исследования, анализ учебных и методических пособий по курсу математического анализа, изучение и обобщение педагогического опыта, концептуальный анализ исследований по исследуемой проблеме); экспериментальные (опрос, контроль); обсервационные методы (прямое и косвенное наблюдение, самонаблюдение).

Результаты. На основе педагогических особенностей проектной деятельности обосновано применение учебных проектов в процессе изучения математического анализа, способствующее углублению и расширению знаний учащихся. Продемонстрированы последовательность и итоги проектной работы студентов на одном из вариантов выполнения учебного проекта.

Научная новизна заключается в разработке технологии создания, осуществления и рефлексии математических учебных проектов. Выявлены и описаны возможности формирования у студентов навыков научной работы с помощью проектной деятельности в области математического анализа.

Практическая значимость. Материалы статьи могут служить основанием для продолжения исследования способов эффективного внедрения проектной деятельности в процесс изучения математического анализа. При соответствующей коррекции содержания и формы учебных проектов рассмотренная технология может также использоваться преподавателями других дисциплин цикла предметной подготовки в системе высшего образования.

Ключевые слова: учебный проект, проектная деятельность, математический анализ.
DOI: 10.17853/1994–5639–2016–9–109–120
Статья поступила в редакцию 05.04.2016
Принята в печать 12.10.2016

Olga V. Zadorozhnaya

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Algebra and Analysis, Kalmyk State University, Elista (Russia).
E-mail: ovz_70@mail.ru

THE ROLE OF EDUCATIONAL PROJECTS IN THE FORMATION OF SCIENTIFIC WORK SKILLS

Abstract. *The aim* of the publication is to show the possibility of educational projects in the educational process of the university and the prospects of this method in the preparation of future specialists-mathematicians.

Methods. The methods involve: theoretical research methods (analysis of the philosophical, psychological and pedagogical, methodological literature on the topic of research, analysis and training manuals for the course of mathematical analysis, study and generalization of pedagogical experience, conceptual analysis of studies on the problem of the study); experimental (survey, inspection); observational (direct and indirect observation, self-observation).

Results. The application of educational projects in the course of studying of the mathematical analysis promoting deepening and expansion of knowledge of pupils is proved on the basis of pedagogical features of design activity. The sequence and results of the project work of students are demonstrated on one of the variants of implementation of the educational project.

*Scientific novelty consists i*n the development of a technology to create and perform mathematical training projects. The features of the mathematical analysis and the possibility of formation of skills of scientific work using project activities are demonstrated.

Practical significance. The materials and results of the conducted investigation can serve as a basis for further research of methods of effective implementation of project activities in process of studying of the mathematical analysis. The proposed technology can be also used by teachers of other disciplines of a cycle of subject preparation in the system of the higher education by a corresponding correction of the content and forms of educational projects.

Keywords: training project, project activity, mathematical analysis.
DOI: 10.17853/1994–5639–2016–9–109–120
Received 05.04.2016
Accepted for printing 12.10.2016

Внедрение новых методов обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Уже давно назрела необходимость перехода от информативных форм обучения к активным. При этом в процессе обучения студентов математических специальностей по-прежнему главной задачей остается приобретение классических знаний, формирование математического мышления и подготовка к научной деятельности. Соединить новые подходы и традиционное обучение на занятиях по математическому анализу позволяет метод проектирования.

Научная деятельность должна быть обязательной, органически неотъемлемой частью подготовки специалистов-математиков. Чтобы студент мог полноценно заниматься наукой, следует с первых курсов обучения внедрять элементы научной работы. Результативность этого процесса зависит от многих факторов: наличия проблемных математических задач, системности, последовательности, мотивации студентов и т. д. Задача преподавателя – создавать условия для научного поиска, научить студента методам и приемам не только самостоятельной, но и творческой научной работы [1, 10, 11, 15]. Формированию навыков научной деятельности способствуют умение студента планировать исследование, подбирать адекватные задачам исследовательские методы, грамотно проводить качественный и количественный анализ экспериментальных данных, оформлять результаты исследования. Научная деятельность в процессе изучения математического анализа через учебные проекты предполагает выполнение задачи с заранее неизвестными решением и результатом. В ходе работы должны соблюдаться основные этапы научного исследования, но при этом студентам необходимо предоставить исследовательскую свободу, позволяя самостоятельно на основе имеющегося опыта и интереса определять проблему, вытекающую из учебных задач. Таким образом, с одной стороны, это деятельность по овладению знаниями и умениями исследовательского труда, с другой – творчество студента, результаты которого носят научный характер [2–4].

Учебный проект предполагает несколько этапов его выполнения [7–9].

Первый из них – проблемно-целевой – подразумевает выделение и формулирование проблемы, определение цели и ожидаемого результата. Ведущая роль на этом этапе отводится преподавателю, который подбирает задания, не имеющие готового, однозначного ответа, содержащие противоречия, требующие поиска решения.

На аналитическом этапе разбираются аспекты проблемы, определяются источники информации, отбирается материал, способствующий выполнению проекта: определения, теоремы, утверждения для обоснования задания. Выясняется, можно ли сразу получить ответ, исходя из известных теорем или определений; если нет, то какие положения и следствия из них нужно выделить, чтобы приблизиться к результату.

На прогностическом этапе выбираются пути и методы решения задания, выдвигаются гипотезы, намечается план самостоятельных действий.

Реализация решения и получение результата осуществляются на практическом этапе.

Особое внимание уделяется рефлексивному этапу, на котором происходит не только оценка выполненного проекта и процесса его реализации, но и определяются перспективы дальнейшей работы (например: если взять другие параметры или добавить условия, что останется прежним, а что изменится; можно ли при иных условиях получить тот же результат и др.) [12–14].

Математический анализ является фундаментальной дисциплиной для студентов математических специальностей. На нем держится современная математика, через которую происходит ее основной контакт с нематематической сферой. Это обширная область математики с характерным объектом изучения (переменной величиной), своеобразным методом исследования (анализом посредством бесконечно малых или посредством предельных переходов), определенной системой основных понятий (функция, предел, производная, дифференциал, интеграл, ряд) и постоянно совершенствующимся и развивающимся аппаратом, основу которого составляют дифференциальное и интегральное исчисления [4, 5].

В процессе изучения математического анализа студент овладевает методами научного познания, такими как анализ, синтез, индукция, дедукция, сравнение, аналогия, абстрагирование, обобщение, конкретизация, классификация и др. Осваивая курс математического анализа, обучающийся познает логику доказательств, культуру математического мышления, учится рассматривать проблему со всех сторон, определять связь между науками, использовать научную информацию. Все перечисленное указывает на то, что при изучении математического анализа возможно формирование навыков научной деятельности [4, 5].

Проиллюстрируем на примере учебного проекта «Построение классов знакоположительных в R функций, для которых точки минимума являются нулями функции и ее производной одновременно» возможности закрепления, расширения, углубления знаний по математическому анализу и покажем этапы формирования навыков научной деятельности. Для выполнения этого проекта студентам следует не только проанализировать литературу [4–6], но и ориентироваться в наборе теорем и задач, выдвигать гипотезы, выбирать способы решения и варианты их реализации.

Введем обозначения. Пусть F_+ есть множество непрерывных в R функций $p(x)$, удовлетворяющих условию: $p(x) > 0$ в R, F_0 – множество непрерывных в R функций $p(x)$, графики, которые расположены в верхней полуплоскости и касаются действительной оси в некоторых точках. Заметим, что, если $p(x) \in F_0$, то $p(x) \geq 0$ в R, графики функций класса F_+ расположены в верхней полуплоскости. Обозначим через F_δ множество биективных в R функций $g(x)$, через T – множество точек минимума функций $p(x) \in F_0$, в которых выполняется условие:

$$p(\tilde{x}) = p'(\tilde{x}) = 0, p''(\tilde{x}) > 0 .$$

Точку $\tilde{x} \in T$ назовем «двойной минимум-точкой» для функции $p(x)$.

Задачи проекта – построить классы F_+, F_0, F_δ, указать связь между функциями этих классов, а также связь между точками $\tilde{x} \in T$ функций $p(x) \in F_0$ и точками перегиба функций $g(x) \in F_\delta$.

В качестве функций $p(x) \in F_0$, F_+ и $g(x) \in F_\delta$ предлагается взять показательные функции, подвергая их преобразованиям и обобщениям.

Привлекая информацию о том, что при построении класса F_δ биективных в R функций $g(x)$ достаточно выполнения условия: $g'(x) > 0$ или $g''(x) \geq 0$ в R; полагая $g'(x) = p(x)$, $x \in R$ и учитывая $g'(x) = p(x) > 0$, $p(x) \geq 0$ в R, приходим к мысли построения класса F_+ функций $p(x)$ как функций, удовлетворяющих условию $p(x) > 0$ или $p(x) \geq 0$ в R.

Проанализировав свойства всех известных элементарных функций, фиксируем *факт*: для показательных функций вида $p(x) = e^{kx}$ справедливо неравенство $p(x) = e^{kx} > 0$, $\forall x \in R$, $k \in R_+$.

Таким образом, возникает *идея*: при построении подкласса F_+ взять за основу показательную функцию $p(x) = e^{kx} \in F_+$.

С помощью интегрирования функции $p(x) \in F_+$ строим соответствующие функции класса F_δ:

$$g(x) = \int e^{kx} dx = \frac{e^{kx}}{k} + c, \ c = const,\ c > 0.$$

При интегрировании функции $p(x) = e^{kx} \in F_+$ получаем функцию:

$$g(x) = \frac{e^{kx}}{k} + c \in F_\delta ,$$

которая также принадлежит и классу F_+.

Из этого следует математический *вывод*: операции интегрирования и дифференцирования показательной функции e^{kx} не выводятся из классов F_+ и F_δ.

Анализ данного вывода позволяет расширить границы данного задания и *обобщить результаты* путем последовательного интегрирования исходной функции:

$$p(x) = \tilde{g}(x) = e^{kx} + c\,,\ c > 0,$$

принадлежащей как к классу F_+, так и к классу F_δ. Получаем функцию класса F_δ:

$$g(x) = \int p(x)dx = \frac{e^{kx}}{k} + cx + c_1\,,\ c > 0.$$

При многократном повторении интегрирования выводим множество функций следующего вида:

$$p(x) = \beta e^{kx} + c_{2n}x^{2n} + \ldots + c_0\,,\ \beta > 0,\ c_{2n} > 0\,.$$

Подбором произвольных постоянных c_{2n}, …, c_0 добиваемся, чтобы многочлен $p_{2n} = c_{2n}x^{2n} + \ldots + c_0$ являлся функцией класса F_+.

В этом случае функция $g(x) = \int p(x)dx + \tilde{c}$, $\tilde{c} = const$ будет принадлежать классу F_δ.

Продолжая этот процесс, с учетом приведения многочленов четного порядка к классу F_+ (подбором произвольных постоянных), мы построим множество функций $p(x)$ класса F_+ и множество функций $g(x)$ класса F_δ (интегрированием $p(x) \in F_+$).

При расширении границ исследования вышеприведенного класса функции $p(x) = e^{kx}$ возникает мысль о построении классов F_+, F_δ с исходной функцией вида $p(x) = e^{kx^2}$, $k > 0$.

Для показательной функции $p(x) = e^{kx^2}$, $k > 0$, $x \in R$, имеем $p(x) = e^{kx^2} \in F_+$.

С учетом этого возникает *идея*: при построении подклассов классов F_+, F_δ за основу нужно взять функции $p(x)$, $g(x)$, где

$$g(x) = \int e^{kx^2}dx + c \in F_\delta\ ^{1}.$$

[1] Приведенная функция g(x) представляет собой неберущийся интеграл.

Утверждение. Неберущийся интеграл $g(x)=\int e^{kx^2}dx+c$ является биективной в R функцией.

Анализ свойства функции $p(x)=e^{kx^2}$ показывает, что $p(x)\geq 1$, $\forall x\in R$, что приводит к *новой идее*: при дальнейшем построении подклассов классов F_+, F_δ за основу можно взять функции вида

$$p(x)=h(x)-1\geq 0,\ x\in R,\ k>0,$$

где $h(x)=e^{kx^2}$.

Имеем: $p(0)=0$, $p'(0)=0$, $p''(0)=2k>0$.

Отсюда следует, что точка x=0 является точкой минимума функции $p(x)=e^{kx^2}$, которая удовлетворяет условию $p(x)=\tilde{g}(x)=e^{kx}+c$, $c>0$.

Вывод. Точка $x=0$ – двойная минимум-точка для функции $p(x)=e^{kx^2}$, а сама функция $p(x)\in F_0$.

Построенная функция $g(x)=\int p(x)dx=\int h(x)dx-x+c$, $c>0$ принадлежит классу F_δ.

Для данной функции имеем: $g'(x)=h(x)-1$, $g''(x)=h(x)2kx$, $g'''(x)=h(x)(2kx)^2+2kh(x)$.

В этом случае: $g'(0)=0$, $g''(0)=0$, $g'''(0)=2k>0$.

Последнее означает, что точка $x=0$ есть точка перегиба функции $g(x)$.

Выводы в данной части учебного проекта оформим в виде утверждения.

Утверждение. Двойная минимум-точка x=0 функции $p(x)=e^{kx^2}$ является точкой выпуклости биективной в R функции $g(x)=\int p(x)dx=\int h(x)dx-x+c$, $c>0$.

Данное утверждение будет базовым при выполнении дальнейшей части проекта.

На этапе рефлексии происходят осмысление проделанной работы, анализ полученных математических результатов, оценка своих достижений, делается попытка увидеть перспективу. Проведенное небольшое исследование способствует развитию математического мышления, поднимает творчество студента на уровень, позволяющий решить задачу, приравненную к научной.

Рефлексия побуждает студентов к расширению и обогащению своих знаний. Возникает *новая проблема-задача*: построить подкласс F_0 класса F_+ функций $p(x)$, удовлетворяющих условию:

$p(x) = \tilde{g}(x) = e^{kx} + c$, $c > 0$.

При выполнении этой новой части проекта в качестве исходной функции $p(x)$ можно взять:

$$p(x) = b(x) - 1,$$

где $b(x) = e^{a^2(x)}$, $a(x) = (x^2 - m_1^2)...(x^2 - m_n^2)$.

Дальнейшая работа состоит в исследовании свойств построенной функции $p(x)$. Имеем:

$$p'(x) = b(x)2a(x)a'(x),$$

$$p''(x) = b(x)(2a(x)a'(x))^2 + b(x)2a'^2(x) + b(x)2a(x)a''(x).$$

Стационарные точки – нули функций $a(x)$, $a'(x)$. Нулями функции $a(x)$ являются точки $\pm m_k$, $1 \le k \le n$. Так как $a(\pm m_k) = a(\pm m_{k+1}) = 0$, то на основании теоремы Ролля нулями функции $a'(x)$ будут точки x_k, заключенные между m_k и m_{k+1}.

Итак, имеем:

$$p(m_k) = 0, \; p'(\pm m_k) = 0, \; 1 \le k \le n, \; p'(x_k) = 0, \; p''(\pm m_k) = 2a'^2(m_k) > 0.$$

Вывод. Точки $\pm m_k$, $k = \overline{1,n}$ есть точки минимума функции $p(x)$, а также ее двойные минимум-точки, следовательно, $p(x) \in F_0$, а функция:

$$g(x) = \int p(x)dx,$$

где $p(x) = b(x) - 1$, является биективной в R функцией.

Так как имеют место соотношения:

$$g'(x) = p(x), \; g''(x) = p'(x), \; g'''(x) = p''(x)$$

и

$$g'(m_k) = p(m_k) = 0, \; g''(m_k) = p'(m_k) = 0, \; g'''(m_k) = p''(m_k) \ne 0,$$

то точки m_k, $k = \overline{1,n}$ – точки перегиба биективной в R функции $g(x)$.

Заметим, что число $n \in N$ может быть произвольным.

Подводя итоги реализации учебного проекта по математическому анализу, можно сделать вывод, что данный проект носит научный характер, о чем свидетельствуют его результаты. Получены аналитические выражения класса функций, графики которых расположены в верхней полуплоскости и касаются действительной оси в любом числе точек, и класса биективных в R функций, имеющих любое число точек перегиба.

Кроме того, важен психолого-педагогический результат этой работы. Выполняя подобный проект, студенты учатся самостоятельно принимать решения, брать на себя ответственность, самостоятельно делать предположения и работать над ними, доказывая их или опровергая. Они анализируют каждый этап работы над заданием, ищут причины возникших затруднений, находят пути исправления ошибок. Усваиваются и закрепляются некоторые методы и подходы к исследованию, способы работы с литературой, приобретаются навыки оформления рассуждений и публичной защиты. Студентам предоставляется право выбора способов деятельности, выдвижения предположений, гипотез. Они раскрепощаются, их деятельность становится осмысленной, сознательной, продуктивной и более результативной.

Учебный проект в рамках изучения математического анализа ориентирован на более глубокое изучение предмета. Во время выполнения проектов студенты делают первые шаги к самостоятельному научному творчеству. Они учатся работать с научными источниками, приобретают навыки критического отбора и анализа необходимой информации. Учебные проекты имеют своей целью не только дальнейшее расширение знаний, углубленное изучение предмета, но и развитие научного стиля мышления, творческого и познавательного потенциала студентов.

Наш опыт свидетельствует, что выполнение проектов по предмету влияет на качество учебного процесса, поскольку они меняют не только требования к уровню знаний студентов, но и сам процесс обучения и его структуру в высшей школе, повышают степень подготовленности будущих специалистов, расширяют их творческий кругозор.

Статья рекомендована к публикации
д-ром пед. наук, проф. З. М. Большаковой

Литература

1. Архипов Г. И. и др. Лекции по математическому анализу: учебник для вузов / Г. И. Архипов, В. А. Садовничий, В. Н. Чубариков; под ред. В. А. Садовничего. 4-е изд., испр. Москва: Дрофа, 2004. 640 с.

2. Задорожная О. В. Метод проектов в обучении математическому анализу // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. № 3. Ч. 3. 2011. С. 41–46.

3. Задорожная О. В. Учебный проект как средство развития мышления у студентов // Актуальные проблемы современной физики и математики: сборник трудов 3-й межрегиональной научно-практической конференции. 21–25 ноября 2011. Элиста, 2012. С. 109–111.

4. Зорич В. А. Математический анализ: в 2 ч. 6-е изд., доп. Москва: МЦНМО, 2012. Ч. 1. 720 с.

5. Зорич В. А. Математический анализ: в 2 ч. 6-е изд., доп. Москва: МЦНМО, 2012. Ч. 2. 832 с.

6. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа: в 2 т. 3-е изд., перераб. Москва: Физматлит, 2005. Т. 1. 400 с.

7. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа: в 2 т. 3-е изд., перераб. Москва: Физматлит, 2005. Т. 2. 424 с.

8. Никольский С. М. Курс математического анализа: в 2 т. Москва: Наука, 1983. Т. 1. 464 с.

9. Никольский С. М. Курс математического анализа: в 2 т. Москва: Наука, 1983. Т. 2. 448 с.

10. Пахомова Н. Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: пособие для учителей и студентов педагогических вузов. Москва: АРКТИ, 2003. 112 с.

11. Поливанова К. Н. Проектная деятельность школьников: пособие для учителя. Москва: Просвещение. 2008. 192 с.

12. Ступницкая М. А. Новые педагогические технологии: учимся работать над проектами. Ярославль: Академия развития, 2008. 256 с.

13. Тихомиров В. М. О некоторых проблемах математического образования // Вестник высшей школы. 2000. № 8. С. 21–26.

14. Dorozhkin E. M., Leontyeva T. V., Scherbina Y. Y., Shchetynina A. V. & Pecherskaya, E. P. Teacher's Labour as a Tool of Forming Human Capital of Higher School Graduates // Iejme-mathematics Education. 2016. № 11 (7). P. 2773–2787.

15. Zadorozhnaya O. V., Kochetkov V. K.. Exploring mathematical analysis based on project activity // Biosciences Biotechnology Research Asia. Vol. 11. № 2 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.biotech-asia.org/specialedition.php? issue=SE%20Nov%2014&pg=1 (дата обращения 16.04.2016).

16. Zadorozhnaya Olga V. Training project «Comparative analysis of univariate and multivariate mathematical analysis» // The 8th Congress of the International Society for Analysis, its Applications, and Computation. Moscow: PFUR. 2011. С. 462–463.

17. Zadorozhnaya O. Classroom project «Mathematical analysis in the unity and diversity». Progress in analysis // Proceedings of the 8th Congress of the International Society for Analysis, its Applications, and Computation. Vol. 3. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia. 2012. С. 209–215.

18. Zeer E. F. & Streltsov A. V. Technological Platform for Realization of Students' Individual Educational Trajectories in a Vocational School // Iejme-mathematics Education. 2016. № 11 (7). P. 2639–2650.

References

1. Arkhipov G. I., Sadovnichy V. A., Chubarikov V. N. Lekcii po matematicheskomu analizu. [Lectures on mathematical analysis]. Moscow: Publishing House Drofa. 2004. 640 p. (In Russian)

2. Zadorozhnaya O. V. Project-based learning in mathematical analysis. *Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod.* [*Bulletin of Nizhny Novgorod University of N. I. Lobachevsky*]. P. 3. 2011. № 3. P. 41–46. (In Russian)

3. Zadorozhnaya O. V. Training project as a means of development of thinking in students. *Sbornik trudov III mezhregional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye problemy sovremennoj fiziki i matematiki».* [*Proc. III Interregional Scientific and Practical Conference «Actual problems of modern physics and mathematics»*]. Elista, 2012. P. 109–111. (In Russian)

4. Zorich V. A. Matematicheskij analiz. [Mathematical analysis.]. P. 1.Moscow: Moskovskij centr nepreryvnogo matematicheskogo obrazovanija. [Moscow Center of Continuous Mathematical Education]. 2012. 720 p. (In Russian)

5. Zorich V. A. Matematicheskij analiz. [Mathematical analysis.]. P. 2. Moscow: Moskovskij centr nepreryvnogo matematicheskogo obrazovanija. [Moscow Center of Continuous Mathematical Education]. 2012. 832 p. (In Russian)

6. Kudryavtsev L. D. Kratkij kurs matematicheskogo analiza. [Short course of mathematical analysis.]. P. 1. Moscow: Publishing House Fizmatlit, 2005. 400 p. (In Russian)

7. Kudryavtsev L. D. Kratkij kurs matematicheskogo analiza. [Short course of mathematical analysis.]. P. 2. Moscow: Publishing House Fizmatlit, 2005. 424 p. (In Russian)

8. Nikolsky S. M. Kurs matematicheskogo analiza. [Mathematical Analysis Course]. P. 1. Moscow: Publishing House Nauka. [Science]. 1983. 464 p. (In Russian)

9. Nikolsky S. M. Kurs matematicheskogo analiza. [Mathematical Analysis Course]. P. 2. Moscow: Publishing House Nauka. [Science]. 1983. 448 p. (In Russian)

10. Pakhomova N. Y. Metod uchebnogo proekta v obrazovatel'nom uchrezhdenii: posobie dlya uchitelej i studentov pedagogicheskih vuzov. [Training project method in the educational institution: a manual for teachers and students of pedagogical universities]. Moscow: Publishing House ARKTI, 2003. 112 p. (In Russian)

11. Polivanova K. N. Proektnaya deyatel'nost' shkol'nikov. [Project activities of students]. Moscow: Prosveshhenie. [Enlightenment]. 2008. 192 p. (In Russian)

12. Stupnitskay M. A. Novye pedagogicheskie tekhnologii: uchimsya rabotat' nad proektami. [New educational technology: Learning to work on projects]. Yaroslavl: Publishing House Akademiya razvitiya. [Academy of Development]. 2008. 256 p. (In Russian)

13. Tikhomirov V. M. Some problems of mathematical education. *Vestnik Vysshey Shkoly.* [*Bulletin of Higher School*]. 2000. № 8. P. 21–26. (In Russian)

14. Dorozhkin E. M., Leontyeva T. V., Scherbina Y. Y., Shchetynina A. V. & Pecherskaya E. P. Teacher's Labour as a Tool of Forming Human Capital of Higher School Graduates. *IEJME-Mathematics Education.* 2016. № 11 (7). P. 2773–2787. (Translated from English)

15. Zadorozhnaya O. V., Kochetkov V. K. Exploring mathematical analysis based on project activity. *Biosciences Biotechnology Research Asia.* Vol. 11. № 2. Available at: http://www.biotech-asia.org/specialedition.php? issue=SE%20Nov%2014&pg=1. (Translated from English)

16. Zadorozhnaya O. V. Training project «Comparative analysis of univariate and multivariate mathematical analysis». *The 8th Congress of the International Society for Analysis, its Applications, and Computation.* Moscow: PFUR, 2011. P. 462–463. (Translated from English)

17. Zadorozhnaya O. V. Classroom project «Mathematical analysis in the unity and diversity». Progress in analysis. *Proceedings of the 8th Congress of the International Society for Analysis, its Applications, and Computation.* Vol. 3. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia, 2012. P. 209–215. (Translated from English)

18. Zeer E. F. & Streltsov A. V. Technological Platform for Realization of Students' Individual Educational Trajectories in a Vocational School. *IEJME-Mathematics Education.* 2016. № 11 (7). P. 2639–2650. (Translated from English)