

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

**В статье рассмотрена одна из ключевых проблем системы высшего профессионального образования — формирование профессиональной компетентности будущих инженеров, роль математики в подготовке инженерных кадров, а также приведены примеры использования профессионально ориентированных задач по математике для студентов технических специальностей, которые можно использовать в процессе изучения темы «Аналитическая геометрия».**

**Ключевые слова:** уровневая дифференциация, процесс обучения математике, будущие инженеры, профессионально ориентированные задачи.

Качественная математическая подготовка будущих инженеров составляет значимую часть их профессиональной компетентности. Ретроспективно школа подготовки инженеров в нашей стране очень сильна, имеет богатый опыт и традиции [1]. Но в связи с изменениями в обществе и экономике государства, повлекшими пересмотр задач, решаемых инженером на производстве, в центр внимания вузовской общественности встает вопрос о качестве знаний по высшей математике выпускников технических вузов.

Пересмотр методики обучения математики происходит из-за изменения планируемого результата обучения, который на современном этапе модернизации образования, в соответствии с нормативными документами высшей школы и требованиями производства, состоит в овладении студентами фундаментальными знаниями, как инструментом решения сложных, наукоемких задач профессиональной деятельности. Для обеспечения результата, значимого за пределами изучения предметного курса, а именно в профессиональной деятельности, необходим пересмотр всех компонентов педагогической системы. Анализ образовательного опыта высших учебных заведений позволяет сделать вывод о том, что при планировании учебного процесса требуется учет познавательных потребностей студента.

На формирование познавательных потребностей студента влияют многие факторы: способности, наклонности, интересы, наличие опыта профессиональной деятельности, и многое другое. Обеспечить учет многих значимых компонентов возможно только в условиях дифференцированного обучения.

Особое значение дифференциация обучения имеет для дисциплин математического цикла, так как часто наблюдается большой разброс в уровнях знаний, умений и навыков по предмету у студентов одной группы. Вопросу дифференцированного обучения посвящено значительное количество работ [2, 3–7], в которых рассматриваются общие и частные аспекты данной технологии. Под диффе-

ренциацией обучения принято понимать разделение компонентов педагогической системы (обучаемых, целей обучения, его средств и т.д.) на группы с учетом индивидуальных образовательных особенностей учащихся [8].

Традиционно выделяют два основных вида дифференциации: профильную и уровневую. Подробнее рассмотрим реализацию уровневой дифференциации, как предоставляющей более гибкие условия для формирования индивидуального образовательного маршрута студента по предмету в соответствии с его потребностями.

Цель уровневой дифференциации обучения математике студентов технических вузов — предоставить каждому студенту возможность усвоения этого учебного предмета на желаемом уровне, но не ниже уровня государственного стандарта, обеспечить движение в пространстве знаний по индивидуальной траектории, создать комфортные, благоприятные условия для всех, особенно для тех, кто проявляет повышенный интерес к обучению.

Уровневая дифференциация основывается на открытом планировании результатов обучения: явном предъявлении обязательного уровня освоения дисциплины и формировании на этой основе повышенных уровней овладения материалом. Многие исследователи [9, 10] сходятся во мнении, что уровневая дифференциация способствует интенсификации процесса обучения, поэтому должна быть внедрена максимально широко в практику высшей школы.

К основным средствам организации уровневой дифференциации по математике можно отнести: системы заданий разных уровней сложности, проверочные и контрольные работы, дифференцированные зачеты и экзамены. То есть те средства, содержание которых может быть актуально изменено в соответствии с целями учебного процесса, тогда как другие средства методического комплекса (учебники, сборники задач, дополнительная

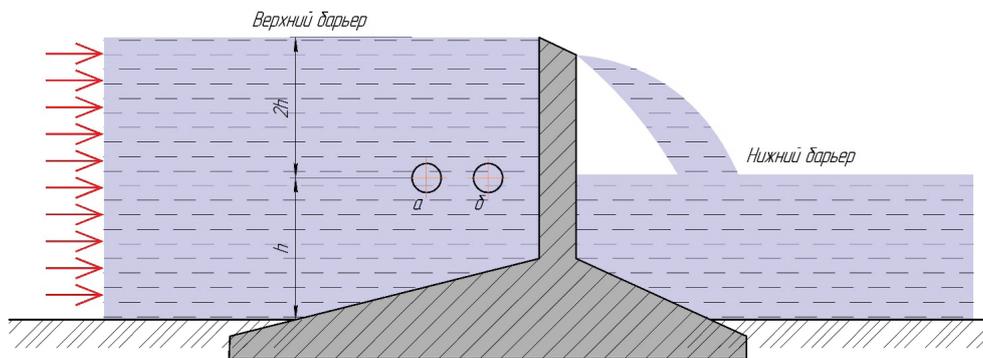


Рис. 1

и справочная литература, компьютерные программы, видеофильмы) более инертны. Таким образом, организация уровневой дифференциации может быть осуществлена за счет применения комплекса задач, составленного в соответствии с дидактическими целями учебного процесса.

Задачи, предлагаемые студентам, подбираются в соответствии со следующими требованиями. Прежде всего, задачи должны быть основаны на программном материале: раскрывать содержание понятий, решаться с применением изучаемых методов решений и формул. Содержание комплекса задач следует распределить по трем уровням сложности. Задачи первого уровня простые, имеющие известный алгоритм решения. Их наличие снижает уровень тревожности, дает студентам чувство уверенности и комфорта, позволяет привлекать к учебной деятельности обучающихся с низкими учебными способностями. Задачи второго уровня строятся на применении известных способов решения в новых ситуациях, привлечении значительных логических рассуждений; поиск их плана решения требует находчивости и оригинальности. Задачи третьего уровня сложности подразумевают приложение значительных интеллектуальных затрат, поиск креативных идей решения, выявление междисциплинарного значения математического материала. Также в комплекс задач должны быть включены профессионально ориентированные математические задачи, позволяющие смоделировать различные ситуации производственной деятельности инженера.

Приведем пример комплекса задач для студентов инженерных специальностей на тему «Аналитическая геометрия на плоскости», с помощью которого может быть осуществлен контроль знаний или организованно обобщающее практическое занятие. Так, задача «Прямая на плоскости» будет иметь свою формулировку и метод решения для каждого из трех уровней сложности, а теоретической основой для всех задач послужат различные способы задания прямой (общие, с угловым коэффициентом, в отрезках на осях). Например, в задаче первого уровня нужно составить уравнение прямой, проходящей через данную точку и: а) параллельной другой прямой, заданной общим уравнением; б) перпендикулярно к данной прямой. В задаче второго уровня сложности требуется найти координаты проекции данной точки на данную прямую. На третьем уровне нужно найти координаты точки, симметрично заданной точке относительно прямой, заданной общим уравнением. Однако в основе решений задач второго и третьего уровней тоже лежит нахождение уравнений прямой, перпендикулярно к данной прямой [11].

Количество задач, предлагаемых к решению, определяется для конкретной группы студентов исходя из их уровня знаний и времени, отведенного на данную работу. Последняя задача каждого уровня, по нашему мнению, должна быть профессионально ориентированной [12, 13]. Приведем пример таких задач с решениями с целью иллюстрации сложности, соответствующей разным уровням [14].

1. Вода поступает из реки в заводское водохранилище со скоростью 3 единицы в час. Потери воды на фильтрацию (просачивание) в грунте под плотиной, испарение и круглосуточное обслуживание основных цехов составляет 2,4 единицы в час. При работе завода на полную мощность в течение 8 ч в сутки увеличение расхода воды составляет 1,6 единицы в час. Во избежание засасывания ила водоотсосные трубы *a*, *b* расположены на высоте *h* от дна водохранилища, глубина которого равна  $3h$  (рис. 1). Исследовать режим работы водохранилища, то есть выразить уровень воды *x* как функцию времени *t*.

*Решение.*

Режим работы водохранилища можно охарактеризовать двумя периодами: I — когда завод работает на полную мощность (8 ч) и II — когда обслуживаются только основные цеха завода (16 ч).

Допустим, что начало работы завода на полную мощность происходит в момент, когда водохранилище заполнено полностью ( $x=3h$ ,  $t=0$ ). Тогда в период I:

$$x = 3h + 3t - 2,4t - 1,6t = 3h - t.$$

Здесь *x* меняется до тех пор, пока не достигнет уровня  $x=h$ . Начиная с этого момента для всего остального времени периода I устанавливается так называемое динамическое равновесие, так как при  $x < h$  имеют место поступление воды из реки и потери на фильтрацию и испарение (приток больше расхода), а при  $x > h$  идет интенсивный забор воды из водохранилища (приток меньше расхода).

По истечении 8 ч дополнительный расход воды заводом прекращается и начинается второй период работы водохранилища:

$$x = h + 3(t - 8) - 2,4(t - 8) = h + 0,6(t - 8).$$

Здесь *x* меняется до тех пор, пока не наполнится все водохранилище ( $x=3h$ ). Выше  $3h$  уровень воды подняться не может, так как будет происходить сброс воды через плотину.

Графически режим работы водохранилища представлен на рис. 2, где по оси *t* взят масштаб  $8ч=3h$ . По этому графику можно в любой момент

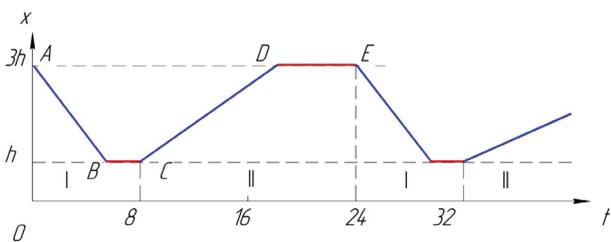


Рис. 2

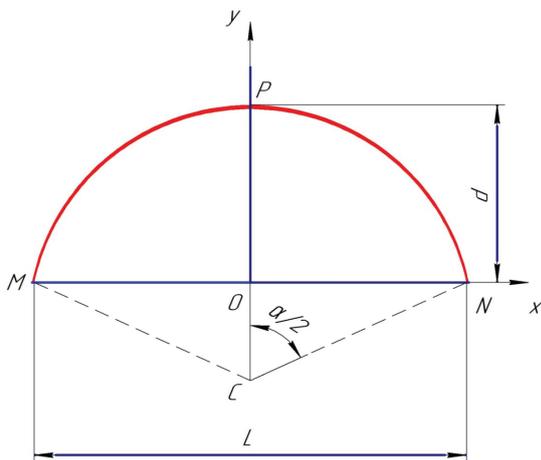


Рис. 3

времени  $t$  определить, каков уровень воды в водохранилище. Из графика, в частности, видно два неприятных момента: в первом I начиная с момента, отвечающего точке B, будет ощущаться нехватка воды, а в период II начиная с момента, отвечающего точке D, происходит бесполезный сброс воды через плотину.

2. Переход над нефтепроводом имеет форму сегментной арки, которая имеет форму дуги окружности. Составить уравнение этой окружности, найти положение ее центра и радиус, а также центральный угол  $\alpha$ , стягиваемый дугой арки, и длину этой дуги, если пролет арки  $L = 20$  м, а ее подъем  $1/4$ .

Подъем арки равен отношению ее высоты к пролету.

*Решение.*

Обозначим высоту арки через  $d$ . По условию задачи  $L = 20$  м,  $d/L = 1/4$ , следовательно,  $d = L/4 = 20/4 = 5$  м.

В выбранной системе (рис. 3) точки  $M, N, P$  имеют соответственно координаты  $(-10; 0), (10; 0), (0; 5)$ .

В силу симметрии арки относительно оси  $Oy$  центр искомой окружности лежит на оси вниз от начала координат, то есть имеет абсциссу, равную нулю, и отрицательную ординату  $y_0$ . Будем искать уравнение окружности в виде

$$x^2 + (y - y_0)^2 = R^2.$$

Используя условия прохождения окружности через точки  $M$  и  $P$ , получим систему

$$\begin{cases} 100 + y_0^2 = R^2, \\ (5 - y_0)^2 = R^2, \end{cases}$$

решая которую, находим  $R = 12,5; y_0 = -7,5$ .

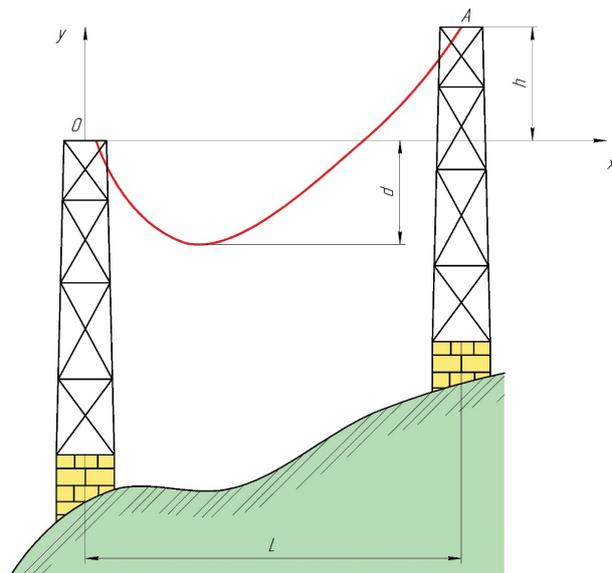


Рис. 4

Таким образом, центр окружности лежит в точке  $C(0; -7,5)$  и ее радиус  $R = 12,5$ . Уравнение окружности имеет вид

$$x^2 + (y + 7,5)^2 = 156,25.$$

Центральный угол  $\alpha$  найдем из прямоугольного треугольника  $CON$ :

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{ON}{CN} = \frac{L}{2R} = \frac{10}{25} = 0,8,$$

откуда  $\frac{\alpha}{2} = \arcsin 0,8 \approx 53^\circ, \alpha \approx 106^\circ$ .

Длину дуги арки найдем по формуле  $l = \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}$ , получим

$$l \approx \frac{3,14 \cdot 12,5 \cdot 106^\circ}{180^\circ} \approx 23 \text{ м.}$$

3. Полагая, что натянутый между  $O$  и  $A$  провод высоковольтной линии имеет форму дуги параболы, найти по данным рисунка (рис. 4) уравнение этой параболы. Записать уравнение параболы при  $L = 100$  м,  $h = 24$  м и  $d = 1$  м.

*Решение.*

В выбранной системе координат (рис. 4) натянутый провод имеет форму дуги параболы с осью симметрии, параллельной оси  $Oy$ , и смещенной относительно начала координат вершиной. Уравнение такой параболы имеет вид

$$(x - x_0)^2 = 2p(y - y_0),$$

где  $x_0, y_0$  — координаты вершины,  $p$  — параметр параболы.

Используя условия прохождения параболы через точки  $O(0; 0)$  и  $A(L; h)$  и учитывая, что  $y_0 = -d$ , получим систему уравнений относительно  $x_0$  и  $p$ :

$$\begin{cases} x_0^2 = 2pd, \\ (L - x_0)^2 = 2p(h + d), \end{cases}$$

решая которую находим

$$x_0 = \frac{L}{h}(\sqrt{d^2 + hd} - d) \quad p = \frac{L^2}{2h^2d}(\sqrt{d^2 + hd} - d)^2.$$

Подставляя значения  $x_0$ ,  $y_0$  и  $p$  в уравнение  $(x - x_0)^2 = 2p(y - y_0)$ , получим искомое уравнение параболы:

$$\begin{aligned} \left(x - \frac{L}{h}\sqrt{d^2 + hd} + \frac{Ld}{h}\right)^2 &= \\ &= \frac{L^2}{2h^2d}(\sqrt{d^2 + hd} - d)^2(y + d). \end{aligned}$$

При  $L=100$  м,  $h=24$  м и  $d=1$  м последнее уравнение принимает вид

$$\left(x - \frac{50}{3}\right)^2 = \frac{2500}{9}(y + 1), \text{ или } y = 0,0036x^2 - 0,12x.$$

Перед традиционным подходом к обучению дифференцированный подход имеет ряд преимуществ. Преподаватель получает вполне определенные ориентиры по отбору содержания, студент — возможность самостоятельно выбирать учебную траекторию в соответствии со своими познавательными потребностями, переходя на более высокий уровень усвоения знаний на любом этапе обучения. Дифференциация заданий позволяет выходить на новый уровень образовательного результата — формирование профессиональных компетенций.

#### Библиографический список

1. Шарыгин И. Ф. Математическое образование: вчера, сегодня, завтра ... URL: [http://scepis.net/library/id\\_638.html](http://scepis.net/library/id_638.html) (дата обращения: 20.10.2018).
2. Баданов А. А. Дифференцированное обучение математике курсантов военных вузов МВД России с использованием компьютеров: дис. ... канд. пед. наук. Новосибирск, 2004. 192 с.
3. Вольхина И. Н. Дифференциация обучения математике учащихся предпрофильных классов (с использованием системы упражнений прикладного характера): дис. ... канд. пед. наук. Новосибирск, 1998. 202 с.
4. Дергунова Н. А. Дифференцированное обучение теории вероятностей и математической статистике студентов-социологов в высшей школе: дис. ... канд. пед. наук. Астрахань, 2007. 227 с.
5. Дядиченко Е. А. Уровневая дифференциация в личностно-ориентированном образовании (на материале обучения физике в вечерней школе): дис. ... канд. пед. наук. Ростов н/Д., 2004. 185 с.
6. Костина Е. А. Дифференцированное обучение математике в техническом вузе с учетом уровня развития компонентов математических способностей студента: дис. ... канд. пед. наук. Омск, 2009. 205 с.
7. Якиманская И. С. Технология личностно-ориентированного образования. М.: Сентябрь, 2000. 176 с. ISBN 5-88753-039-1.

8. Осмоловская И. М. Организация дифференцированного обучения в современной общеобразовательной школе. Воронеж: МОДЭК, 1998. 160 с. ISBN 5-89112-057-7.

9. Бэлзвел Д. И. Компьютер как средство дифференциации обучения студентов педвуза (на примере информатики): автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1995. 16 с.

10. Тулинцев А. Е. Индивидуализация обучения студентов на практических занятиях по курсу общей физики как одно из условий повышения эффективности профессиональной подготовки (на примере раздела «Механика»): автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1995. 17 с.

11. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии. 17-е изд. СПб.: Профессия, 2001. 200 с.

12. Бова Т. И., Малахов И. И., Кузьменко О. И. Особенности организации процесса обучения математике на лабораторных занятиях в условиях уровневой дифференциации, направленного на формирование профессиональной компетентности будущего инженера // Омский научный вестник. 2012. № 4 (111). С. 263–268.

13. Бова Т. И., Кузьменко О. И. Профессионально ориентированные задачи по математике как средство формирования профессиональной компетентности будущих инженеров // Вестник высшей школы (Alma mater). 2013. № 8. С. 71–74.

14. Михайленко В. М., Антонюк Р. А. Сборник прикладных задач по высшей математике. Киев: Выща шк., 1990. 167 с. ISBN 5-11-002269-0.

**БОВА Татьяна Ивановна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая математика».

SPIN-код: 2346-9699

AuthorID (РИНЦ): 518334

Адрес для переписки: [tatjana-bova@rambler.ru](mailto:tatjana-bova@rambler.ru)

**ДРОЗДОВИЧ Евгения Николаевна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая математика».

SPIN-код: 3922-9780

AuthorID (РИНЦ): 685988

Адрес для переписки: [jeka\\_kach@mail.ru](mailto:jeka_kach@mail.ru)

**КУЗЬМЕНКО Ольга Ивановна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая математика».

SPIN-код: 5242-1600

AuthorID (РИНЦ): 686009

Адрес для переписки: [fedotova109@rambler.ru](mailto:fedotova109@rambler.ru)

#### Для цитирования

Бова Т. И., Дроздович Е. Н., Кузьменко О. И. Об организации дифференцированного обучения математике будущих инженеров // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. 2018. № 4. С. 72–77. DOI: 10.25206/2542-0488-2018-3-72-77.

Статья поступила в редакцию 09.11.2018 г.

© Т. И. Бова, Е. Н. Дроздович, О. И. Кузьменко

## ON ORGANIZATION OF DIFFERENTIATED MATHEMATICS EDUCATION FOR FUTURE ENGINEERS

One of key problems of higher professional education — creating of professional knowledge for future engineers is considered in the article. The role of maths in training engineers is being analyzed. Some examples of professionally oriented mathematical problems for transport students are given. These can be applied while studying «Analytic geometry».

**Keywords:** professional competence, the process of learning mathematics, future engineers, professionally oriented tasks.

### References

1. Sharygin I. F. Matematicheskoe obrazovanie: vchera, segodnya, zavtra...[Mathematical education: yesterday, today, tomorrow...]. URL: [http://scepis.net/library/id\\_638.html](http://scepis.net/library/id_638.html) (accessed: 20.10.2018). (In Russ.).
2. Badanov A. A. Differentsirovannoye obucheniye matematike kursantov voyennykh vuzov MVD Rossii s ispol'zovaniyem komp'yutero [Differentiated instruction mathematics for cadets of military universities of Russia with the use of computers]. Novosibirsk, 2004. 192 p. (In Russ.).
3. Vol'khina I. N. Differentsiatsiya obucheniya matematike uchashchikhsya predprofil'nykh klassov (s ispol'zovaniyem sistemy uprazhneniy prikladnogo kharaktera) [Differentiation of teaching mathematics to students of pre-profile classes (using the system of exercises of applied nature)]. Novosibirsk, 1998. 202 p. (In Russ.).
4. Dergunova N. A. Differentsirovannoye obucheniye teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistike studentov-sotsiologov v vysshey shkole [Differentiated instruction the theory of probability and mathematical statistics of the students in high school]. Astrakhan, 2007. 227 p. (In Russ.).
5. Dyadichenko E. A. Urovnevaya differentsiatsiya v lichnostno-orientirovannom obrazovanii (na materiale obucheniya fizike v vecherney shkole) [Level differentiation in personality-oriented education (by the material of teaching physics in evening school)]. Rostov on Don, 2004. 185 p. (In Russ.).
6. Kostina E. A. Differentsirovannoye obucheniye matematike v tekhnicheskoye vuze s uchedom urovnya razvitiya komponentov matematicheskikh sposobnostey studenta [Differentiated training in mathematics in a technical University, taking into account the level of development of the components of mathematical abilities of the student]. Omsk, 2009. 205 p. (In Russ.).
7. Yakimanskaya I. S. Tekhnologiya lichnostno-orientirovanogo obrazovaniya [Technology of personality-oriented education]. Moscow: Sentyabr' Publ., 2000. 176 p. (In Russ.). ISBN 5-88753-039-1.
8. Osmolovskaya I. M. Organizatsiya differentsirovannogo obucheniya v sovremennoy obshcheobrazovatel'noy shkole [The organization of differentiated instruction in the modern secondary school]. Voronezh: MODEK Publ., 1998. 160 p. ISBN 5-89112-057-7. (In Russ.).
9. Behlehel D. I. Komp'yuter kak sredstvo differentsiatsii obucheniya studentov pedvuza (na primere informatiki) [Computer as a means of differentiation of teaching students of pedagogical University (on the example of Informatics)]. Moscow, 1995. 16 p. (In Russ.).
10. Tulincev A. E. Individualizatsiya obucheniya studentov na prakticheskikh zanyatiyakh po kursu obshchey fiziki kak odno iz usloviy povysheniya effektivnosti professional'noy podgotovki (na primere razdela «Mekhanika») [ Individualization of training of students in practical classes on the course of General physics as one of the conditions for improving the efficiency of professional training (for example, the section «Mechanics»)]. Moscow, 1995. 17 p. (In Russ.).
11. Kletnik D. V. Sbornik zadach po analiticheskoy geometrii [Collection of problems on analytical geometry]. 17th ed. St. Petersburg: Professiya Publ., 2001. 200 p. (In Russ.).
12. Bova T. I., Malahov I. I., Kuzmenko O. I. Osobennosti organizatsii protsessa obucheniya matematike na laboratornykh zanyatiyakh v usloviyakh urovnevoy differentsiatsii, napravlennoy na formirovaniye professional'noy kompetentnosti budushchego inzhenera [Features of the organization of the process of teaching mathematics in the laboratory in terms of level differentiation, aimed at the formation of professional competence of the future engineer] // Omskiy nauchnyy vestnik. *Omsk Scientific Bulletin*. 2012. No. 4 (111). P. 263–268. (In Russ.).
13. Bova T. I., Kuzmenko O. I. Professional'no orientirovannyye zadachi po matematike kak sredstvo formirovaniya professional'noy kompetentnosti budushchikh inzhenerov [Professionally oriented tasks in mathematics as a means of formation of professional competence of future engineers] // Vestnik vysshey shkoly (Alma mater). *High School Herald. (Alma mater)*. 2013. No. 8. P. 71–74. (In Russ.).
14. Mikhaylenko V. M., Antonyuk R. A. Sbornik prikladnykh zadach po vysshey matematike [Collection of applied problems in higher mathematics]. Kiev: Vyshcha shk. Publ., 1990. 167 p. ISBN 5-11-002269-0. (In Russ.).

**BOVA Tatyana Ivanovna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Higher Mathematics Department.  
SPIN-code: 2346-9699

AuthorID (RSCI): 518334  
Address for correspondence: tatjana-bova@rambler.ru  
**DROZDOVICH Evgeniya Nikolaevna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Higher Mathematics Department.  
SPIN-code: 3922-9780  
AuthorID (RSCI): 685988  
Address for correspondence: jeka\_kach@mail.ru  
**KUZMENKO Olga Ivanovna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Higher Mathematics Department.  
SPIN-code: 5242-1600

AuthorID (RSCI): 686009  
Address for correspondence: fedotova109@rambler.ru

**For citation**

Bova T. I., Drozdovich E. N., Kuzmenko O. I. On organization of differentiated mathematics education for future engineers // Omsk Scientific Bulletin. Series Society. History. Modernity. 2018. No. 4. P. 72 – 77. DOI: 10.25206/2542-0488-2018-4-72-77.

**Received 09 November 2018.**

© **T. I. Bova, E. N. Drozdovich, O. I. Kuzmenko**