

РАЗДЕЛ I.
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ
(ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ)
(ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 378.01 ББК 74.580.215 © И. В. Бабичева

И. В. Бабичева
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МАТЕМАТИКИ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

В статье рассмотрен один из возможных вариантов преподавания плоских кривых с позиции междисциплинарного взаимодействия математики и теоретической механики. Проблема исследования связана с необходимостью формирования у будущего специалиста соответствующих его профилю междисциплинарных компетенций с одной стороны, и недостаточной проработанностью со стороны преподавателей методики по созданию эффективных условий для приобретения требуемых компетенций, с другой стороны. Предлагается комбинированное использование средств предметной и условно-графической наглядности, используемых в математике и теоретической механике. Предметными средствами наглядности выступают демонстрационные модели, условно-графическими – анимационные и статические схемы. Методика их сочетания показана на примере изучения в курсе аналитической геометрии свойств трех плоских кривых: эллипс, окружность, спираль Архимеда. Для этих целей активно используются демонстрационные модели из теоретической механики: модель кривошипно-шатунного механизма, модель «Колесо обозрения», модель по преобразованию поступательного движения во вращательное при взаимодействии резьбовых соединений. Демонстрации дополняются соответствующими им статическими и анимационными схемами. Использование наглядных средств обучения пошагово представлено на лекционном занятии по теме «Плоские кривые». Предлагаются варианты дальнейшего использования предлагаемого методического инструментария на занятиях по теме «Кинематика точки» дисциплины «Теоретическая механика». С целью интенсификации образовательного процесса в построении кривых показано использование системы компьютерной математики MathCad. Установлено, что в условиях предлагаемого междисциплинарного взаимодействия появляется возможность перестроить процесс обучения так, чтобы он принял профессионально-ориентированный характер. Предлагаемая методика систематизирует знания обучаемых, повышает целенаправленность обучения, существенно повышает готовность студента к будущей работе, т.е. способствует формированию междисциплинарных компетентностей.

Ключевые слова: плоские кривые; демонстрационные модели; теоретическая механика; предметная наглядность; условно-графическая наглядность.

Согласно целей современного образования, будущий специалист должен обладать не только знаниями, умениями и навыками, но и способностью применять их на практике.

Анализ педагогической литературы [5, с. 44; 6, с. 35; 8, с. 27], позволяет предположить, что, в предметном обучении студентов не всегда удастся создать для этого эффективные условия, так как предметная деятельность ограничивается лишь предметными целями и задачами. Авторы подчеркивают, что необходимо постоянно выявлять общепредметное содержание учебных предметов и формировать целостное содержание учебных предметов.

Системообразующую основу общего образования как по вертикали на разных курсах, так и на уровне горизонтальных межпредметных связей составляют элементы общепредметного содержания [1, с.11; 10, с. 58; 11, с. 32; 12, с. 54].

В нашем исследовании предлагается один из вариантов организации междисциплинарного взаимодействия математики и теоретической

механики с целью формирования у обучаемых не только предметных, но и междисциплинарных компетентностей. Ведь именно они формируют у студентов способность применения полученных знаний в профессиональной деятельности. Учебным материалом выбраны плоские кривые, первоначальное изучение свойств которых рассматривается в курсе аналитической геометрии. Обращение к решению геометрических задач обусловлено, в первую очередь, возможностью активного использования различных средств наглядности, используемых в дальнейшем в других циклах дисциплин. Наглядные средства в нашем исследовании выступают элементами общепредметного содержания учебных предметов. В настоящем исследовании будет показана реализация предметной и условно-графической наглядности на занятиях по математике и теоретической механике.

Для усиления зрительного восприятия обучаемыми учебной информации предметная наглядность будет представлена демонстрационными моделями в сочетании условно-графическими средствами наглядности – рисунками, анимационными и статическими схемами.

При выборе наглядных средств обучения нами решались следующие задачи:

- обеспечить максимальную наглядность при рассмотрении свойств плоских кривых;
- реализовать интегративную составляющую цикла математических и естественнонаучных дисциплин для обеспечения более заинтересованного, лично-значимого и осмысленного восприятия студентами учебного материала;
- реализовать принцип преемственности в обучении математики и теоретической механики.

В курсе теоретической механики для демонстрации различных видов движений используются различные виды рычажных механизмов. Далее они используются циклами общепрофессиональных и специальных дисциплин для решения других учебных задач. На занятиях по математике на этапе изучения свойств плоских кривых нами предлагается использовать самый простой и востребованный из рычажных механизмов – кривошипно-шатунный механизм. Кроме того, предлагается использовать такие демонстрационные модели, как «Колесо обозрения», эллипсограф Архимеда. В курсе теоретической механики эти механизмы будут выборочно использоваться для изучения кинематики точки. На занятиях по

аналитической геометрии предлагаем их активно использовать на этапе решения задач по нахождению геометрического места точек на плоскости.

Рассмотрим методику реализации межпредметного взаимодействия на примере изучения свойств таких кривых, как эллипс, окружность, спираль Архимеда.

При разных целях занятия необходимо использовать различные сочетания наглядных средств обучения и речи преподавателя. Особое значение средства наглядности приобретают на начальном этапе усвоения знаний при введении новой информации. Как правило, первоначальное освоение учебного материала в высшей школе происходит на лекционных занятиях. Обратимся к лекционному занятию по теме «Плоские кривые».

Методику ведения лекционного занятия представим пошагово.

Шаг 1. Ввести определение и каноническое уравнение эллипса.

Определение. *Эллипс* – геометрическое место точек M плоскости, для которых сумма расстояний до двух заданных точек F_1 и F_2 , называемых *фокусами*, есть величина постоянная.

Возьмем $F_1M + F_2M = 2a$, $a = \text{const}$ (см.рис.1).

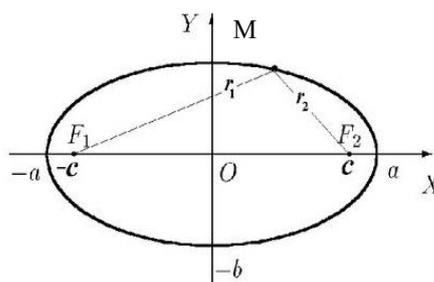


Рис.1. Эллипс

Привести вывод канонического уравнения (1) и параметрических уравнений (2) эллипса:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \tag{1}$$

$$\begin{cases} x = a \cos t; \\ y = b \sin t. \end{cases} \tag{2}$$

Шаг 2. Изложить способы построения эллипса.

Показать, как геометрическое определение эллипса можно использовать при построении овала. А именно, взять веревку и ее концы закрепить в двух точках (фокусах). Натягивая веревку, описать на доске эллипс (см. рис.2).

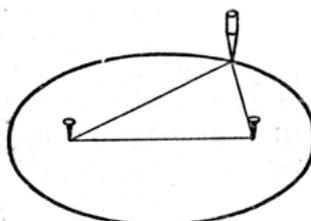


Рис. 2. Построение эллипса

Указать, что этот способ используют садовники при изготовлении цветочных эллиптических клумб. Вместо кнопок в землю втыкают два кола,

кольцо делается из толстой веревки, а эллипс вычерчивается на земле не карандашом, а палкой.

Для дальнейшего акцентирования внимания обучаемых на характеристиках и свойствах данной кривой, предлагается рассмотреть построение эллипса по двум полуосям a и b , используя эллипсограф Архимеда. Предварительно пояснить устройство механизма.

Указать, что эллипсограф состоит из двух ползунов A и B (см. рис.3), которые могут двигаться вперед и назад вдоль двух направляющих. Обратить внимание, что направляющие расположены под прямым углом. Ползуны по время движения находятся на неизменном расстоянии друг от друга,

так как жестко прикреплены к стержню в точках A и B . Выяснить у студентов, что будут представлять собой расстояния от точки P до точек крепления ползунов A и B . Отметить, что обычно расстояния a и b (длины полуосей) можно варьировать, тем самым меняя форму и размеры эллипса. Работу эллипсографа желательно показать на анимационной схеме, чтобы была возможность наглядно показать студентам, что в процессе движения конец стержня P описывает эллипс на плоскости. Далее по статической схеме (рис.3) разъяснить принцип построения кривой по двум полуосям.

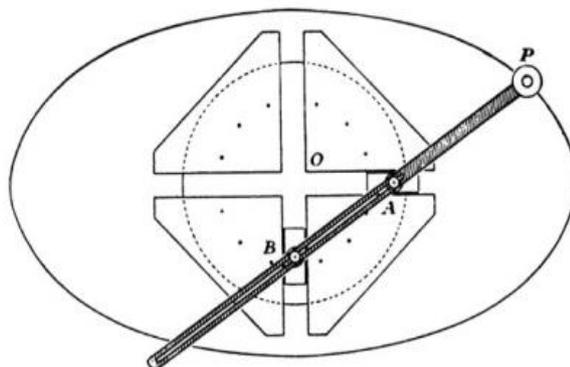


Рис. 3. Схема эллипсографа

Использование на занятии предлагаемых наглядных средств, как показала практика, содействует образованию четкого и ясного представления у обучаемого понимания свойств эллипса, пониманию связей между предметами и

явлениями, формированию объемных и системных знаний.

При наличии времени можно привести геометрические построения к математическому описанию (см. рис.4):

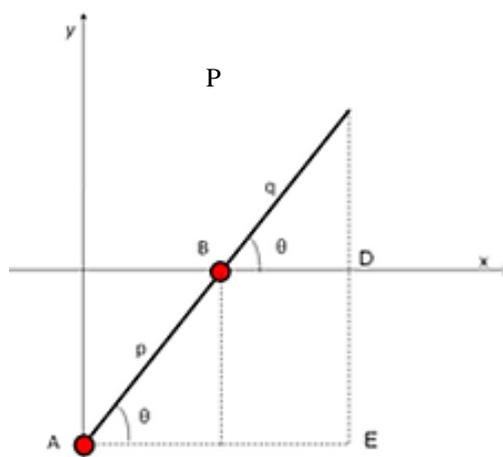


Рис.4. Геометрические построения эллипса

Если p и q — расстояния от A до B , и от B до P , соответственно, то

$$\begin{cases} x = (p + q) \cos \theta \\ y = q \sin \theta \end{cases} \text{ — параметрические уравнения}$$

эллипса.

Переход к каноническому уравнению (1) предложить студентам получить самостоятельно или разобрать готовое решение по источнику [4, с.32].

От эллипса перейти к рассмотрению его частного случая, когда полуоси равны ($a=b$) — к окружности.

Учитывая современный уровень развития информационных технологий (ИТ), в образовательный процесс целесообразно активно внедрять использование специализированных программных продуктов [7,с.188]. Без ущерба для качества знаний происходит эффективная интенсификация образовательного процесса, т.к. рутинные типовые расчеты автоматизируются и

обучающиеся, не затрачивая время на их выполнение, имеют возможность больше времени отводить на освоение нового учебного материала. Как показывает практика, наиболее оптимальным решением для использования является система компьютерной математики MathCad (СКМ «MathCad»). Это обусловлено возможностями пакета по проведению инженерных расчетов, популярностью в

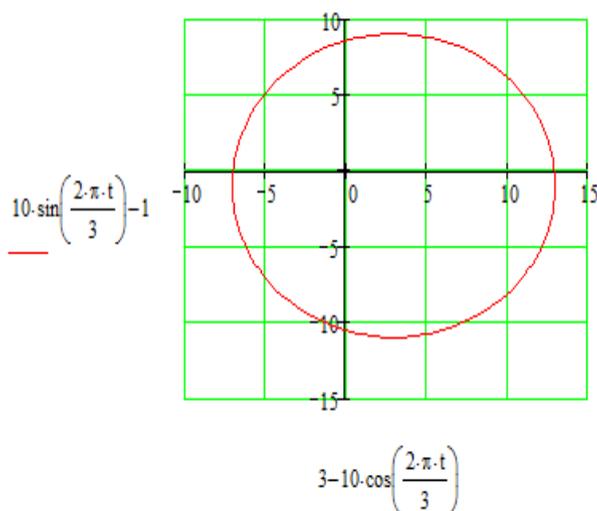
студенческой среде и максимально понятным интерфейсом, как для взаимодействия с программой, так и для ввода математических выражений [3, с.170]. Рассмотрим использование данного пакета для построения эллипса. При решении этой задачи обучающемуся необходимо «вручную» ввести параметрические уравнения движения и построить кривую в СКМ «MathCad» .

Пример 1. Построить кривую.
$$\begin{cases} x = 3 - 10\cos\frac{2\pi}{3}t; \\ y = 10\sin\frac{2\pi}{3}t - 1. \end{cases}$$

Решение

1. Строим траекторию движения точки M , вводя уравнения движения в маркерах заполнения (см. рис.5).

Рис. 5. Траектория движения точки



2. Находим положение точки M на траектории движения в начальный момент времени $t_0=0$ и $t_1=1$.

$$t_0 := 0$$

$$x(t_0) := 3 - 10 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t_0}{3}\right) \quad y(t_0) := 10 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t_0}{3}\right) - 1$$

$$x(t_0) = -7 \quad y(t_0) = -1$$

$$t_1 := 1$$

$$x(t_1) := 3 - 10 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t_1}{3}\right) \quad y(t_1) := 10 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t_1}{3}\right) - 1$$

$$x(t_1) = 8 \quad y(t_1) = 7.66$$

3. Выполняем построение найденных точек на траектории движения (см. рис.6).

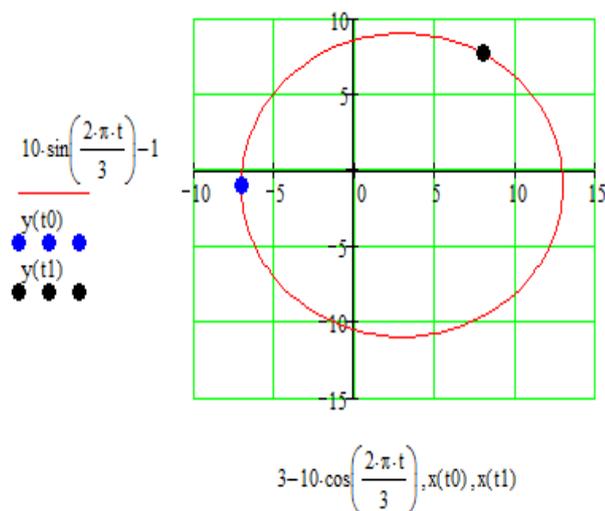


Рис. 6. Построение точек на траектории

Шаг 3. Рассмотреть приложения эллипса.

Для реализации междисциплинарного взаимодействия предлагается перейти к рассмотрению эллипса как траектории движения материальной точки. Обратит внимание студентов, что пример 1 повторно встретится на занятиях по теоретической механике, но задание к нему будет звучать иначе: найти траекторию и положение точки M на траектории в заданный момент времени.

В процессе рассмотрения приложений плоских кривых предлагается использовать кинематические

схемы в сочетании с демонстрационными моделями из теоретической механики.

Получение окружности пояснить на демонстрационной модели «Колесо обозрения», как траекторию движения точек, расположенных на самом колесе (см. рис.7). Получение окружности и эллипса пояснить на демонстрационной модели кривошипно-шатунного механизма (КШМ) (см. рис.8).



Рис. 7. «Колесо обозрения»



Рис.8. КШМ

Указать, что обе модели будут активно использоваться в дальнейшем на занятиях различных циклов дисциплин при рассмотрении различных видов движения точки и твердого тела. К примеру, в разделе «Кинематика» дисциплины «Теоретическая механика» будет использоваться координатный способ задания движения точки (см. рис.9). Уравнение (2) будет задавать вид траектории

материальной точки в параметрической форме, где параметр t – время.

«Колесо обозрения» будет использоваться для демонстрации простейших видов движения: поступательного и вращательного. Модель КШМ позволит пояснить на примере движения шатуна плоское движение твердого тела.

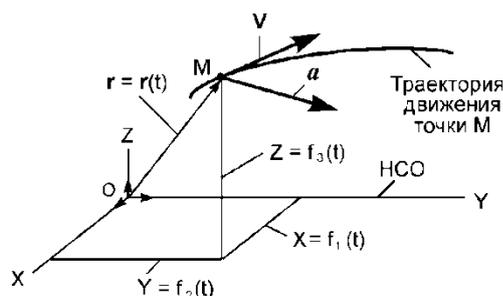


Рис.9. Координатный способ задания движения точки

В связи с тем, что на первом курсе студенты еще не изучали кинематические механизмы, следует кратко познакомить студентов со структурной схемой КШМ (см. рис.10).

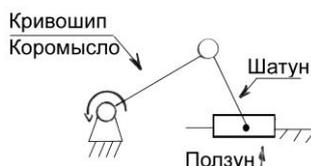


Рис.10. Структурная схема КШМ

Используя схему КШМ (см. рис.11), обратить внимание студентов на траекторию движения точек кривошипа – окружность, траектории движения точек шатуна – эллипсы, траекторию движения ползуна – прямая.

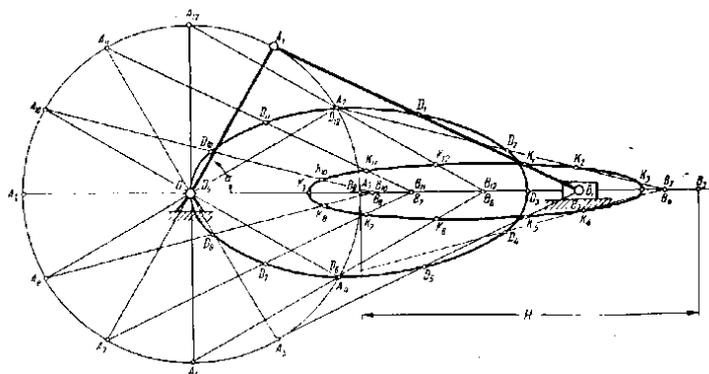


Рис.11. Траектории движения точек звеньев КШМ

Для актуализации профессиональной деятельности в заданиях [5, с.44] предложить студентам решить задачу 1 [9], которая им повторно встретится при изучении теоретической механики.

Задача 1. Найти траекторию точки M (см. рис.12) шатуна КШМ, если $l=60\text{см}$, $MB=l/3$, $\varphi=4\pi t$.

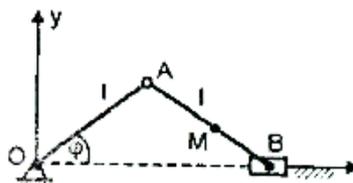


Рис.12.Схема КШМ к задаче

Данный подход к отбору дидактического материала к занятию позволит организовать активную интеграцию математических и технических знаний, подойти конструктивно к исследуемой проблеме, увидеть перспективы в дальнейшем использовании [2, с.115].

Рассмотрим еще один пример комбинированного использования средств наглядности с позиций междисциплинарного взаимодействия дисциплин. Для исследования

обратимся к одной из замечательных кривых – спирали Архимеда.

Шаг 1. Ввести определение и уравнение кривой.

Определение. *Спираль Архимеда* – кривая, задаваемая уравнением $r=a\varphi$, где a – некоторое фиксированное число.

Следует особо обратить внимание студентов, что спираль Архимеда обладает одним важным

геометрическим свойством – сохранением расстояния между соседними витками (рис.13).

Далее дать определение кривой с точки зрения механики как траектории точки, совершающей равномерное движение от центра окружности вдоль радиуса. При этом радиус вращается с постоянной угловой скоростью.

Шаг 2. Изложить способ приближенного построения кривой Архимеда.

Предложить окружность и ее радиус разделить на одинаковое число равных частей. Затем через отмеченные точки провести из центра лучи. На каждом луче отложить соответствующее число делений радиуса. Полученные точки соединить кривой – спиралью Архимеда (см. рис.13).

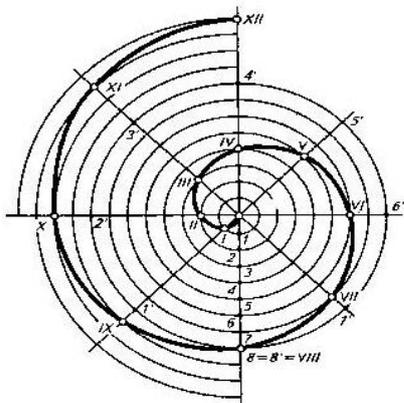


Рис.13.Спираль Архимеда

Желательно также использовать анимацию при изучении свойств данной кривой.

Шаг 3. Рассмотреть приложения спирали Архимеда.

Привести примеры, где встречается спираль Архимеда в природе, в архитектуре и других областях человеческой деятельности (см. рис.14).



Рис.14.Спираль Архимеда в природе и архитектуре

Обучая будущих инженеров, следует обратить внимание на тот факт, что спираль Архимеда, как геометрическая фигура, образуется совмещением движений по окружности и по прямой, т.е. при синтезе вращательного и поступательного движений.

Необходимо продемонстрировать этот факт, используя демонстрационные модели. К примеру, показать на анимационной схеме (см. рис.15), как работает винт Архимеда.

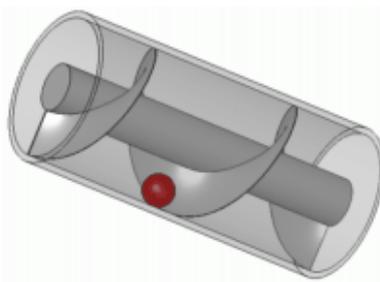


Рис. 15. Винт Архимеда

При обучении студентов технических направлений рекомендуем обратиться к демонстрационным моделям из деталей машин, в работе которых имеет

место преобразование поступательного движения во вращательное при взаимодействии резьбовых соединений (см. рис.16).



Рис. 16. Устройство по преобразованию движений

Итак, можно сделать вывод, что предлагаемая методика изложения материала по плоским кривым с активным привлечением средств предметной и условно-графической наглядности позволяет придать процессу обучения профессионально-ориентированный характер, систематизирует знания обучаемых, повышает целенаправленность обучения, усиливает мотивацию. Активное использование

механизмов позволяет обеспечить осознание обучаемыми разнообразных связей между объектами и явлениями, позволяет увидеть с разных сторон один и тот же предмет. Знания обучаемых принимают системный характер, повышается целенаправленность обучения, что, несомненно, повышает готовность студента к будущей работе.

Библиографический список

1. Бабичева, И.В. Модели и моделирование дидактического материала по теоретической механике с целью развития у обучаемых межпредметных компетенций [Текст] / И.В.Бабичева, И.А. Кухарский // V Всероссийская научно-практическая конференция «Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития»: матер. конф. – Омск. – 2018. – С.10 – 13.
2. Бабичева, И.В. К методике реализации уровневой дифференциации в лабораторных работах по теоретической механике [Текст] / И.В.Бабичева, И.А.Абрамова // Преподаватель XXI век. – 2018. – №3(1).– С. 108 – 118.
3. Бабичева, И.В. Интенсификация обучения на основе системного структурирования учебного материала и автоматизации инженерных расчетов [Текст] / И.В.Бабичева, И.А.Абрамова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2018. – № 3(33). – С. 165 – 171.
4. Бронштейн, И.Н. Эллипс [Текст] / И.Н.Бронштейн //Квант. – 1970. – № 9. – С. 32.
5. Ефремова, Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание [Текст] / Н.Ф. Ефремова. – М.: Национальное образование, 2012. – 93 с.
6. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования [Текст] / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С.34 – 44.
7. Зинина, А.И. О применении программных средств в обучении математике [Текст] / А.И.Зинина // IV Всероссийская научно-практическая конференция «Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития»: матер. конф. – Омск. – 2017. – С.187 – 189.
8. Коломиец, О.М. Концепция преподавательской деятельности педагога высшей школы в контексте компетентностно-деятельностного подхода[Текст] / О.М.Коломиец. – М.: Издательский дом «Развитие образования», 2018. – 157 с.
9. Мещерский, И. В. Сборник задач по теоретической механике/ И.В.Мещерский [Текст]/ И.В. Мещерский. – СПб.: Лань, 2002. – 448 с.
10. Сергеев, А.Г. Компетентность и компетенции: монография [Текст] / А.Г. Сергеев // Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 107 с.
11. Троянская, С.Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие [Текст]./ С.Л. Троянская. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 176 с.
12. Яхьева, М.У. Методы реализации компетентностного подхода в обучении [Текст] / М.У. Яхьева// Педагогика высшей школы. – 2015. – № 3. – С.53 – 55.

Сведения об авторе:

Бабичева Ирина Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент очного отделения АНОО ВО «Сибирский институт бизнеса и информационных технологий» (644116, Российская Федерация, г. Омск, ул. 24 Северная, д. 196, корп. 1), e-mail: IVBABICHEVA@mail.ru

Статья поступила в редакцию 20.11.2019 г.