

Герасименко С.А., Павленко А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия

E-mail: fmit@mail.osu.ru, pavlenko-a-n@mail.ru

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

В настоящее время основные тенденции реформирования высшей школы закономерно приводят к значительному сокращению доли аудиторных занятий в учебном процессе, что крайне негативно сказывается на изучение дисциплин математического цикла в силу их абстрактности и часто громоздкости изложения материала. Таким образом, возникает необходимость в повышении эффективности контактной работы и к усилению роли самостоятельной работы студентов. Одним из факторов, способствующих повышению эффективности контактной работы, является самостоятельное пропедевтическое рассмотрение изучаемого материала. Подход к организации внеаудиторной самостоятельной работы при пропедевтическом изучении разделов дисциплин математического цикла студентами естественнонаучных и инженерных направлений должен включать следующие этапы: напоминание изученных ранее фактов, необходимых для изучаемого раздела, изложение естественнонаучных (инженерных) приложений в их исторической ретроспективе и приведение основных идей данного раздела. Последнее предполагается выполнять наиболее наглядно, при максимальном использовании межпредметных связей.

Для повышения эффективности пропедевтической самостоятельной работы целесообразно использовать соответствующее методическое обеспечение. В зависимости от изучаемого раздела можно применять: интерактивные методические указания, интегрированные с приложениями, написанными на различных языках высокого уровня, презентации, учебные фильмы и методические указания на бумажном носителе.

Таким образом, предварительное знакомство студентов с новым математическим разделом должно проходить во время внеаудиторной самостоятельной работы при широком применении интерактивных технологий обучения.

Ключевые слова: самостоятельная работа, пропедевтическое изучение, информационные технологии, методика преподавания математики в высшей школе.

Для цитирования: Герасименко С.А., Павленко А.Н. Об организации пропедевтического изучения дисциплин математического цикла естественнонаучных и инженерных направлений / С.А. Герасименко, А.Н. Павленко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2020. – №2(225). – С. 12–17.

Gerasimenko S.A., Pavlenko A.N.

Orenburg state university, Orenburg, Russia

E-mail: fmit@mail.osu.ru, pavlenko-a-n@mail.ru

ORGANIZATION OF THE MATHEMATICAL CYCLE DISCIPLINES PROPAEDEUTIC STUDY OF NATURAL SCIENTIFIC AND ENGINEERING DIRECTIONS

Currently, the main trends in the reform of higher education naturally lead to a significant reduction of the part of classroom studies in the educational process, which is extremely negative for the study of the mathematical cycle disciplines due to their abstraction and often cumbersome presentation of the material. Thus, there is a need to increase the effectiveness of contact work and to strengthen the role of students' independent work.

One of the factors contributing to an increase in the effectiveness of contact work is independent propaedeutic consideration of the material under study.

The approach to organizing extracurricular independent work in the propaedeutic study of the mathematical cycle disciplines by students of natural sciences and engineering should include the following steps: recalling the facts previously studied, presenting the natural science (engineering) applications in their historical retrospective and presenting the main ideas of this section. The latter is supposed to be performed the most clearly, with the maximum use of interdisciplinary relations.

To increase the effectiveness of propaedeutic independent work, it is advisable to use appropriate methodological support. As the latter (depending on the section under study), you can use interactive study guide integrated with applications written in various high-level languages, presentations, educational films and study guide in written form.

Thus, the preliminary acquaintance with the new mathematical section should be during extracurricular independent work with the widespread use of interactive teaching technologies.

Key words: independent work, propaedeutic study, information technology, methods of teaching mathematics in high school.

For citation: Gerasimenko S.A., Pavlenko A.N. Organization of the mathematical cycle disciplines propaedeutic study of natural scientific and engineering directions. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, no. 2(225), pp. 12–17.

О целесообразности самостоятельного предварительного пропедевтического изучения разделов высшей математики

Изучение разделов дисциплин математического цикла на естественнонаучных и технических направлениях (специальностях) практически всегда происходит следующим образом:

1) введение некоторого нового (или уже известного по школьному курсу математики) понятия (понятий);

2) приведение (с доказательствами или без них) ряда его (их) свойств;

3) рассмотрение приложений, важность практической применимости которых для студентов часто представляется сомнительной.

Очевидно, что данный общепринятый способ весьма абстрактного и часто громоздкого материала не способствует высокой мотивации к его изучению [1]. Иногда встречающееся рассмотрение в начале каждого раздела типичных задач, раскрывающих целесообразность введения нового математического понятия [2-4 и др.], как правило, полностью данную проблему не решает.

С целью решения вышеприведенной проблемы в настоящее время в высшей школе с целью повышения эффективности учебного процесса все активнее предлагается [5-11] организация обучения, заключающаяся в двухэтапном изложении учебного материала. Перед традиционным изложением дисциплины (ее раздела) проводится пропедевтическое рассмотрение ее (его) основ. В ходе данного этапа материал изучается обзорно в контексте его приложений, при широком использовании исторических сведений о нем и его связях с другими дисциплинами. Таким образом, пропедевтический этап позволяет студентам:

1) увидеть место дисциплины в естествознании;

2) сразу уяснить основные ее идеи;

3) повысить мотивацию к обучению;

4) осознать важность ее приложений.

Организовывать пропедевтический этап изучения дисциплины обычно предлагается [5-11] во время:

1) лекционных занятий по данной дисциплине;

2) консультаций и/или других дополнительных занятий;

3) специально введенных дисциплин («Введение в специальность», спецкурсов и т. д.).

Следует отметить, что данный подход к организации пропедевтического этапа практически трудно выполним в силу снижения доли контактной работы в связи с необходимостью реализации в вузах Российской Федерации основных положений Болонской декларации. Отсюда следует неизбежное усиление роли самостоятельной работы [12, 13].

С целью решения данной проблемы предлагается новый подход к преподаванию дисциплин (разделов дисциплин) математического цикла, заключающийся в организации дополнительного предварительного пропедевтического изучения дисциплины (или ее раздела) в ходе выполнения студентами внеаудиторной самостоятельной работы.

Задачей предварительного изучения раздела состоит в том, чтобы студенты восприняли «общую картину» материала, понять для чего он нужен, пока не перегружая свое внимание на данном этапе излишними частностями, которые, как правило, трудновоспринимаемы и резко снижают мотивацию к изучению математики.

При наличии достаточно большого количества аудиторной нагрузки возможно проведение пропедевтического изучения разделов дисциплин математического цикла в ходе лекционных занятий.

Структура внеаудиторной самостоятельной работы и аудиторных занятий при пропедевтическом изучении разделов дисциплин математического цикла для студентов естественнонаучных и инженерных направлений

Нижеприведенный подход к организации пропедевтического изучения математических разделов целесообразно применять как при использовании внеаудиторной самостоятельной, так и при проведении пропедевтического обучения в ходе аудиторных занятий (лекций, консультаций, дополнительных дисциплин вводного характера и т. д.).

Представляется, что при пропедевтическом изучении математических разделов наиболее эффективным будет являться выделение следующих разделов [14].

1. Повторение необходимых сведений из уже изученных математических разделов данной дисциплины и других дисциплин.

Очевидно, что даже для предварительного знакомства с разделом дисциплины математического цикла обязательно надо иметь представление о математических понятиях и их свойствах, изученных ранее, и на которые опирается изучаемый раздел.

При этом следует избегать выдавать студентам списка источников с указанием необходимых тем, а проводить повторение необходимых сведений в процессе изложения нового материала непосредственно перед их использованием. При этом целесообразно стараться проводить напоминание математических понятий и их свойств в максимально доступной форме (без использования громоздкого абстрактного изложения материала, применение наглядности, межпредметных связей и т. д.).

В качестве примера, приведем план материала для повторения сведений из дисциплины «Уравнения математической физики» необходимых перед изучением раздела «Численные методы решения уравнений в частных производных» дисциплины «Численные методы»:

1) наглядное обоснование свойства второй производной функции одной переменной: знак второй производной показывает, что больше: значение функции в данной точке или среднее значение функции в окрестности данной точки;

2) приведение формулы для оператора Лапласа и его аналогичного свойства (знак оператора Лапласа показывает, что больше: значение функции нескольких переменных в данной точке или среднее значение функции в окрестности данной точки);

3) интуитивное физическое обоснование основных типов уравнений математической физики [15].

2. Приведение исторических сведений о зарождении и развитии данного раздела и обзор его приложений в естествознании и технических дисциплинах.

На данном этапе требуется показать в силу каких причин появилась необходимость в данном математическом разделе с указанием конкретных персоналий. Не следует претендовать на полное изложение исторических сведений и приведение всех приложений изучаемого материала, а целе-

сообразно изложить несколько фактов, которые в занимательной форме смогут стимулировать интерес студентов к изучаемой дисциплине.

В качестве примера ниже рассмотрим исторический экскурс и обзор приложений к разделу высшей математики «Линейная алгебра»:

1) акцентировать внимание студентов на важности систем линейных алгебраических уравнений можно с помощью изложения исторического факта, что первый в США цифровой компьютер был в 1942 г. создан Джоном Атанасовым (1903-1995) именно для решения «больших» систем линейных алгебраических уравнений;

2) в обзоре приложений систем линейных уравнений следует указать, что огромное количество задач математической физики (предсказание погоды, гидро- и аэродинамика, исследование композитных материалов, гравиразведка полезных ископаемых, изучение процессов при атомных взрывах и т. д.) при своем численном решении сводятся к системам линейных алгебраических уравнений;

3) стимулировать интерес студентов к понятию «матрица» представляется возможным с помощью упоминания о теории межотраслевого баланса лауреата Нобелевской премии, известного американского экономиста Василия Леонтьева (1905-1999) и отметить эффективность ее применения для исследования экономики США в 1930-е годы, а также для принятия решений об объемах и структуре ленд-лиза и выборе целей для бомбардировок в гитлеровской Германии.

3. Изложение основных понятий и идей изучаемого раздела.

Вводить новые понятия целесообразно на примерах, непосредственно связанных с направлением (специальностью) обучения студентов. При этом математическое понятие не только приобретет наглядность и конкретный физический смысл, но исходя из содержания рассматриваемой задачи, часто могут быть легко обозримы и свойства данного понятия, и методы его нахождения.

Например, при рассмотрении целесообразности введения понятия предела функции в точке можно использовать формулу [16] для прогиба круглой пластины, закрепленной по краям

$$y = kF \left(x^2 \ln \frac{x}{R} + \frac{R^2 - x^2}{2} \right).$$

Здесь: R – радиус пластины, F – сила, приложенная к центру пластины, y – величина прогиба пластины в точке, отстоящей на расстоянии x от центра пластины.

Пусть задача состоит в нахождении величины прогиба в центре пластины. При этом $x = 0$, и приведенная формула теряет смысл.

При разрешении данной проблемной ситуации, студентами, скорее всего, будет высказано предложение подставить в данную формулу вместо x число близкое к нулю. После ряда уточняющих вопросов и замечаний, студенты придут к выводу, что следует последовательно подставлять вместо x числа стремящиеся к нулю (например: 0.1, 0.01, 0.001 и т. д.) и при этом пытаться сделать вывод, к какому значению будет стремиться выражение:

$$x^2 \ln \frac{x}{R}.$$

При таком подходе к предварительному введению понятия предела функции в точке, студенты не только будут интуитивно представлять смысл данного понятия, но и сами наверняка предложат определение предела функции по Гейне [2].

Как известно в естественных науках чрезвычайно широко применяется экспериментальный метод познания, поэтому представляется целесообразным опытное обоснование свойств математических объектов. Такой подход не требует больших затрат времени, нагляден и убедителен. Особенно эффективен эмпирический подход к пропедевтическому изучению нового математического материала, если рассматриваемое свойство противоречит интуитивному восприятию.

В качестве примера приведем опытное обоснование центральной предельной теоремы [17] в среде компьютерного математического пакета «MathCAD» [18].

Отмечая зависимость характера распределения случайной величины

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i$$

в зависимости от распределения случайных величин X_i и их количества n , можно сделать вывод, что независимо от законов распределения случайных величин X_i , при достаточно больших n , величина Y имеет распределение, близкое к нормальному закону. В случае, если, например, величины X_i распределены по пока-

зательному закону, нормальное распределение случайной величины Y представляется весьма неожиданным [19].

4. Контроль за эффективностью пропедевтического обучения.

С целью повышения мотивации студентов к пропедевтическому изучению нового материала и получения оперативной информации о результатах его усвоения предлагается вести текущий и/или итоговый тестовый контроль. Последний может содержать как вопросы теоретического характера, так и задачи, раскрывающие в доступной и наглядной форме основные идеи изучаемого раздела или всей дисциплины. При отнесении пропедевтического курса в самостоятельную работу возможно применение существующих в вузах дистанционных компьютерных систем компьютерного тестирования.

В силу предпочтительности наличия у каждого студента индивидуального варианта тестового контроля, представляется целесообразным использование интерактивных компьютерных генераторов однотипных заданий [20-22].

Основные подходы к изготовлению методического обеспечения самостоятельной работы пропедевтического характера

Пропедевтическое обучение в ходе самостоятельной работы

В данном случае представляется целесообразным использование интерактивных методических указаний, содержание которых определяется предыдущим пунктом настоящей статьи.

Для повышения эффективности усвоения содержания методических указаний в них могут быть размещены:

- статичные и динамические изображения;
- файлы мультимедиа, содержащие краткие объяснения наиболее важных моментов, динамические чертежи, видео функционирования различных технических приложений данного раздела и т. д.;
- гиперссылки на более подробное изложение положений методических указаний;
- приложений на языках высокого уровня, генерирующих задания в форме тестов [20-22] для самоконтроля усвоения изучаемого материала.

Пропедевтическое обучение в ходе аудиторных занятий

В данном случае предпочтительно оформить методическое обеспечение пропедевтического обучения раздела дисциплины (дисциплины) в виде компьютерной презентации, в котором могут быть размещены:

- статичные и динамические изображения;
- файлы мультимедиа;
- списки вопросов и тем для обсуждения для контроля за усвоением учебного материала.

Выводы

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1) целесообразно применение предварительного пропедевтического изучения раздела дисциплины математического цикла;

2) пропедевтическое обучение должно проходить во время внеаудиторной самостоятельной работы при широком применении интерактивных технологий обучения;

3) для повышения эффективности пропедевтического обучения необходим контроль (самоконтроль) за ее ходом для каждого студента;

4) для снижения нагрузки на преподавателя по обеспечению должного контроля целесообразно применение информационных технологий.

11.02.2020

Список литературы:

1. Schukajlow, Stanislaw; Rakoczy, Katrin; Pekrun, Reinhard Emotions and motivation in mathematics education. Theoretical considerations and empirical contributions formal und inhaltlich überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in: formally and content revised edition of the original source in: ZDM : the international journal on mathematics education 49 (2017) 3, S. 307-322.
2. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г. М. Фихтенгольц. – М.: Физматлит, Т. 1. – 2007. – 680 с.: ил. Алф. указ.: с. 671-679. – ISBN 978-5-9221-0436-4, Т2 – 2006. – 864 с. ISBN 978-5-9221-0466-1, Т3 – 2008. – 728 с. ISBN 5-9221-0737-2.
3. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа: учеб. для вузов / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. – 11-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2005. – 736 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Библиогр.: с. 736. – ISBN 5-8114-0499-9.
4. Вся высшая математика: учеб. для вузов / М. Л. Краснов [и др.] – М.: Эдиториал УРСС, 2000-2001. – ISBN 5-8360-0150-2, Т. 1: Аналитическая геометрия. Векторная алгебра. Линейная алгебра. Дифференциальное исчисление, 2000. – 328 с. – ISBN 5-8360-0151-0, Т. 2: Интегральное исчисление. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Дифференциальная геометрия, 2000. – 184 с – ISBN 5-8360-0152-9, Т. 3: Теория рядов. Обыкновенные дифференциальные уравнения, 2001. – 240 с. – ISBN 5-8360-0153-7, Т. 4: Кратные и криволинейные интегралы. Векторный анализ. Функции комплексного переменного. Дифференциальные уравнения с частными производными, 2001. – 352 с. – ISBN 5-8360-0154-5.
5. Чаплыгин, С.А. Пропедевтический курс механики / С.А. Чаплыгин. – Изд. 2-е. – М.: Госиздат, 1923. – 242 с.
6. Сазонов, В.Н. Пропедевтический курс математического анализа: конспект лекций / В.Н. Сазонов. – М.: Моск. станкоинструмент-ин-т, 1989. – 52 с.: ил.
7. Кузнецова, В.А. О целесообразности вводного пропедевтического курса в университете / В.А. Кузнецова // Вестн. Тамбовского гос. Ун-та. – 2003. – №3, том: 8. – С. 406.
8. Темникова, И.С. Восстановление школьных и пропедевтика вузовских математических знаний с помощью компьютерных средств обучения: материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании и фундаментальные науки (ИТО-Поволжье-2007)», Казань 18-21 июня 2007 г. / ТГПУ, Казань.
9. Павленко, А.Н. О целесообразности использования лекционных занятий пропедевтического характера с применением мультимедийных технологий при изучении математических дисциплин естественнонаучных направлений [Электронный ресурс] / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2017. – С. 2702–2706.
10. Павленко, А.Н. О целесообразности использования лекционных занятий пропедевтического характера при изучении математических дисциплин гуманитарных направлений [Электронный ресурс] / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2019. – С. 1920–1923.
11. Propaedeutic Studies in Mathematics, Computer Sciences and Physics <https://www.uni-goettingen.de/en/propaedeutic+studies+in+mathematics%2c+computer+sciences+and+physics/367949.html>
12. Мосягина, Н.Г. Организация образовательного процесса с учетом увеличения самостоятельной работы обучающихся / Н.Г. Мосягина, Л.В. Шильдяева // Успехи современного естествознания. – 2009. – №11. – С. 98.
13. Cho, M.H. Self-regulated learning: the role of motivation, emotion, and use of learning strategies in students' learning experiences in a self-paced online mathematics course / M.H. Cho, M.L. Heron // Distance Education. – 2015. – V. 36. – №1. – P. 80–99.
14. Павленко, А.Н. О целесообразности использования лекционных занятий пропедевтического характера с применением мультимедийных технологий при изучении математических дисциплин естественнонаучных направлений [Электронный ресурс] / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург, 2017. – С. 2702–2706.
15. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров / С. Фарлоу; Перевод с англ. А. И. Плиса; Под ред. С. И. Похожаева. – М.: Мир, 1985. – 383 с.: ил.
16. Сборник индивидуальных заданий по высшей математике: В 3 ч. / А.П. Рябушко и др.; Под общ. ред. А. П. Рябушко. – Минск: Вышэйш. шк., 1990. – Ч. 1. – 270 с.: ил.
17. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для студ. вузов. / Е.С. Вентцель. – М: Издательский центр «Академия», 2005. – 576 с.
18. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD: учеб. пособие для вузов / В. А. Охорзин. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2009. – 349 с.: ил. – Прил.: с. 332–340. – Библиогр.: с. 341–342. – ISBN 978-5-8114-0814-6.

19. Секей, Г. Парадоксы в теории вероятностей и математической статистике / Г. Секей. – М.: Мир, 1990. – 240 с.
20. Кручинин, В.В. Использование деревьев И/ИЛИ для генерации вопросов и задач / В.В. Кручинин // Вестник Томского государственного университета. – 2004. – №284. – С. 183–186.
21. Лаптев, В.В. Генерация вариантов заданий для лабораторных работ по программированию / В.В. Лаптев, В.В. Толасова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – №1. – С. 127–131.
22. Зорин, Ю.А. Использование алгоритмов комбинаторной генерации при построении генераторов тестовых заданий / Ю.А. Зорин // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. – №6. – С. 54–59.

References:

1. Schukajlow, Stanislaw; Rakoczy, Katrin; Pekrun, Reinhard Emotions and motivation in mathematics education. Theoretical considerations and empirical contributions formal and inhaltlich überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in: formally and content revised edition of the original source in: ZDM : the international journal on mathematics education 49 (2017) 3, S. 307-322.
2. Fichtenholtz, G.M. The course of differential and integral calculus / G. M. Fichtenholtz. – Moscow: Fizmatlit, V. 1. – 2007. – 680 p. – ISBN 978-5-9221-0436-4, V. 2 – 2006. – 864 p. – ISBN 978-5-9221-0466-1, V. 3 – 2008. – 728 p. – ISBN 5-9221-0737-2.
3. Bermant, A.F. A short course in mathematical analysis: textbook. for universities / A.F. Bermant, I.G. Aramanovich. – 11th ed. – St. Petersburg: Lan, 2005. – 736 p. – (Textbooks for universities. Special literature). – Bibliography: p. 736. – ISBN 5-8114-0499-9.
4. All higher mathematics: textbook. for universities / M. L. Krasnov [et al.] – Moscow: Editorial URSS, 2000-2001. – ISBN 5-8360-0150-2, V. 1: Analytical geometry. Vector Algebra. Linear algebra. Differential calculus, 2000. – 328 p. – ISBN 5-8360-0151-0, V. 2: Integral calculus. Differential calculus of functions of several variables. Differential Geometry, 2000. – 184 p. – ISBN 5-8360-0152-9, V. 3: Series Theory. Ordinary Differential Equations, 2001. – 240 p. – ISBN 5-8360-0153-7, V. 4: Multiple and curvilinear integrals. Vector analysis. The functions of a complex variable. Partial Differential Equations, 2001. – 352 p. – ISBN 5-8360-0154-5.
5. Chaplygin, S. A. Propaedeutic course of mechanics / S.A. Chaplygin. – ed. 2nd. – Moscow: State Publishing House, 1923. – 242 p.
6. Sazonov, V.N. The propaedeutic course of mathematical analysis: lecture notes / V.N. Sazonov. – Moscow: MSII, 1989. – 52 p.
7. Kuznetsova, V.A. About the expediency of an introductory propaedeutic course at the university / V.A. Kuznetsova // Vestnik Tambov State University. – 2003. – №3, V. 8. – P. 406.
8. Temnikova I.S. The restoration of school and propaedeutics of university mathematical knowledge using computer-aided learning tools: materials of the International Scientific and Practical Conference «Information Technologies in Education and Basic Sciences (ITO-Volga-2007)», Kazan June 18-21, 2007 / TSSPU, Kazan.
9. Pavlenko, A.N. On the feasibility of using lecture classes of a propaedeutic nature with the use of multimedia technologies in the study of mathematical disciplines of natural sciences [Electronic resource] / A.N. Pavlenko, O.A. Pikhtilkova // University complex as a regional center of education, science and culture: materials of All-Russian scientific method. conf. / Orenburg state university – Orenburg, 2017 – P. 2702-2706.
10. Pavlenko, A.N. On the feasibility of using lecture classes of a propaedeutic nature in the study of mathematical disciplines in the humanities [Electronic resource] / A.N. Pavlenko, O.A. Pikhtilkova // University complex as a regional center of education, science and culture: materials of All-Russian scientific method. conf. / Orenburg state university – Orenburg, 2019 – P. 1920-1923.
11. Propaedeutic Studies in Mathematics, Computer Sciences and Physics <https://www.uni-goettingen.de/en/propaedeutic+studies+in+mathematics%2c+computer+sciences+and+physics/367949.html>
12. Mosyagina N.G., Shildyaeva L.V. Organization of the educational process, taking into account the increase in students' independent work // Successes in modern science. 2009. №11, P. 98.
13. Cho M. H., Heron M. L. Self-regulated learning: the role of motivation, emotion, and use of learning strategies in students' learning experiences in a self-paced online mathematics course //Distance Education. – 2015. – V. 36. – №1. – P. 80-99.
14. Pavlenko, A.N. On the feasibility of using lecture classes of a propaedeutic nature with the use of multimedia technologies in the study of mathematical disciplines of natural sciences [Electronic resource] / A.N. Pavlenko, O.A. Pikhtilkova // University complex as a regional center of education, science and culture: materials of All-Russian scientific method. conf. / Orenburg state university – Orenburg, 2017. – P. 2702-2706.
15. Equations with partial derivatives for scientists and engineers / S. Farlow; Transfer. from English A.I. Plis; Ed. S.I. Pokhozhaev. – Moscow: Mir, 1985. – 383 p.
16. Collection of individual tasks in higher mathematics: part 1 / A.P. Ryabushko and others; Under the total ed. A.P. Ryabushko. – Minsk: Higher school, 1990 – 270 p.
17. Wentzel E. S. Probability theory: a textbook for students universities. / E.S. Wentzel. – Moscow: Publishing Center «Academy», 2005. – 576 p.
18. Ohorzin, V. A. Applied mathematics in the MATHCAD system: textbook. manual for universities / V. A. Ohorzin. – 3rd ed., Erased. – St. Petersburg: Lan, 2009. – 349 p. – App.: p. 332-340. – Bibliography: p. 341-342. – ISBN 978-5-8114-0814-6.
19. Sekey, G. Paradoxes in probability theory and mathematical statistics. / G. Sekey. – Moscow: Mir, 1990. – 240 p.
20. Kruchinin, V.V. Using AND / OR trees to generate questions and tasks // Bulletin of Tomsk State University. – 2004. – №284. – P 183-186.
21. Laptev, V.V. Generation of task options for laboratory programming work / V.V. Laptev, V.V. Tolasova // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computing and Informatics. – 2010. – №1. – P. 127-131.
22. Zorin, Yu.A. The use of combinatorial generation algorithms in the construction of test task generators // Distance and virtual learning. – 2013. – №6. – P. 54 – 59.

Сведения об авторах:

Герасименко Сергей Алексеевич, декан факультета математики и информационных технологий
Оренбургского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: fmit@mail.osu.ru;

Павленко Алексей Николаевич, доцент кафедры прикладной математики
Оренбургского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: pavlenko-a-n@mail.ru;

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 20507, телефон: 8(3532)37-25-30