

МЕТОДИКА ВЫКЛАДАННЯ МАТЭМАТЫКІ

Весті БДПУ. Серыя 3. 2024. № 2. С. 28–32

УДК 378.14.014.13

UDC 378.14.014.13

**ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ
ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ
УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ»**

**A PRACTICE-ORIENTED
APPROACH TO THE DEVELOPMENT
OF STUDY PROGRAMS IN
MATHEMATICAL ANALYSIS FOR
STUDENTS OF THE SPECIALTY
«PHYSICS AND MATHEMATICS
EDUCATION»**

С. И. Василец,

*кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры математики
и методики преподавания математики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8099-9349>;

Э. В. Шалик,

*кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры математики
и методики преподавания математики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8871-8889>;

А. И. Шербф,

*кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры информатики
и методики преподавания информатики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9069-5249>

S. Vasilets,

*PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Department of
Mathematics and Methods
of Teaching Mathematics, Belarusian
State Pedagogical University named
after Maxim Tank*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8099-9349>;

E. Shalik,

*PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Department
of Mathematics and Methods
of Teaching Mathematics, Belarusian
State Pedagogical University
named after Maxim Tank*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8871-8889>;

A. Sherbaf,

*PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor of the
Department of Informatics and
Methods of Teaching Informatics,
Belarusian State Pedagogical
University named after Maxim Tank*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9069-5249>

Поступила в редакцию 25.04.2024.

Received on 25.04.2024.

В статье обсуждаются учебные программы по математическому анализу для студентов педагогических вузов специальности «Физико-математическое образование». Цель разработанных программ – обеспечить будущих учителей математики, физики и информатики фундаментальными знаниями по математическому анализу, а также развить у них навыки и умения решения теоретических и практических задач. Этому способствует практико-ориентированный подход, реализуемый в учебных программах.

Ключевые слова: учебные программы, математический анализ, практико-ориентированные задания.

The article discusses study programs on mathematical analysis for students of pedagogical universities specializing in «Physical and Mathematical Education». The aim of the developed programs is to provide future teachers of mathematics, physics, and computer science with fundamental knowledge of mathematical analysis, as well as to develop their skills in solving theoretical and practical tasks in the surrounding environment. This is facilitated by a practice-oriented approach provided in the developed study programs.

Keywords: study programs, mathematical analysis, practice-oriented tasks.

Введение. Математический анализ наряду с высшей алгеброй, аналитической геометрией лежит в основе математической подготовки будущих учителей математики, физики и информатики. Содержание, теоретические основы, алгоритмы решения задач (в особенности прикладных) математического анализа необходимы современному учителю для глубокого понимания понятий, теорем, законов, явлений, изучаемых в рамках школьных предметов (физики, математики, информатики).

Прочные знания в области классической математики не только помогут будущим учителям математики, информатики и физики доступно объяснять сложные понятия преподаваемых дисциплин и проводить логические рассуждения, тем самым развивая аналитическое и алгоритмическое мышление учащихся, в частности, при построении математических моделей реальных процессов окружающего мира, но и, несомненно, будут повышать авторитет учителя и улучшать качество образования.

Изучение методов математического анализа, базирующихся на исследовании функций посредством бесконечно малых (в особенности дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и нескольких переменных), способствует подготовке будущих учителей-предметников к организации исследовательской деятельности учащихся.

Согласно Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года одной из основных задач развития высшего образования является развитие практико-ориентированной направленности подготовки специалистов. Как способ решения задачи, в том числе, указана «постоянная актуализация содержания высшего образования, образовательных стандартов и научно-методического обеспечения в соответствии с изменяющимися потребностями экономики и социальной сферы с учетом мировых тенденций в сфере высшего образования» [1].

Цифровизация образования оказывает влияние на методы обучения математическому анализу, так как позволяет использовать специализированные программы и онлайн-ресурсы для визуализации сложных математических концепций, проведения интерактивных уроков и заданий, а также способствует индивидуализации обучения. Все это делает

процесс изучения математического анализа более интересным, доступным и эффективным для студентов, будущих учителей математики, физики и информатики.

Практико-ориентированный подход, несомненно, способствует повышению эффективности обучения математическому анализу. Применение математических концепций на практике помогает студентам лучше понять и запомнить сложные математические темы. При решении практических примеров и заданий студенты видят, как использовать изучаемые концепции в различных областях науки и техники, чувствуют взаимосвязь между теорией и практикой.

Основы математического анализа являются важным компонентом образования будущих учителей физики, математики и информатики по многим причинам. Полученные знания помогут им глубже освоить понятия и методы элементарной математики, которые они будут преподавать своим ученикам, а также доступно объяснять учащимся сложные математические конструкции. Математический анализ является основой для понимания более продвинутых дисциплин физико-технического профиля, которые в дальнейшем могут быть включены в учебный план. Приобретенные в процессе изучения математического анализа умения и навыки могут быть использованы будущими учителями в информатике для решения задач алгоритмизации.

Основная часть. С 2023 года в соответствии с Общегосударственным классификатором Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» [2], вступившим в действие 01.09.2022 г., на физико-математическом факультете БГПУ осуществляется подготовка учителей по специальности «Физико-математическое образование» (в рамках предметных областей «Математика и информатика», «Физика и информатика», «Математика и физика»). Согласно новым учебным планам, утвержденным в 2023 году, модуль «Высшая математика-1» включает учебную дисциплину «Математический анализ».

Учебные программы по данной дисциплине соответствуют утвержденным Типовым программам и разработаны на основе Образовательного стандарта общего высшего образования ОСВО 6-05-0113-04 Физико-математическое образование и учебных

планов спеціальностей 6-05-0113-04 Фізико-математическе образование (математика и информатика), 6-05-0113-04 Фізико-математическе образование (математика и физика), 6-05-0113-04 Фізико-математическе образование (физика и информатика).

При разработке этих учебных программ была учтена специфика в преподавании математического анализа будущим учителям математики, физики и информатики.

Целью учебных программ является обеспечение студентов фундаментальными знаниями по математическому анализу и сформированными навыками и умениями решать теоретические и практические задачи.

В содержание учебного материала для специальностей 05-0113-04 Фізико-математическе образование (математика и информатика), 6-05-0113-04 Фізико-математическе образование (математика и физика) входят разделы: «Введение в математический анализ», «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», «Интегральное исчисление для функции одной переменной», изучение которых будет способствовать формированию у студентов «следующих компетенций»:

- базовой профессиональной компетенцией БПК-9: Владеть классическими разделами математических дисциплин для осуществления учебно-исследовательской деятельности – для предметной области Математика и информатика;
- базовой профессиональной компетенцией БПК-10: Владеть классическими разделами математических дисциплин для осуществления учебно-исследовательской деятельности – для предметной области Математика и физика» [3].

Раздел «Введение в математический анализ» содержит следующие темы.

- Множества (понятия множества, операции над множествами, окрестности точки, ограниченных и неограниченных множеств, верхней и нижней грани). Для формирования у будущих учителей компетентностных знаний по математике, физике и информатике данные понятия необходимы для введения и изучения понятия функции.
- Функции (соответствие между множествами, строгое определение понятия функции, свойства функций и способы их задания).

- Непрерывные функции и их свойства (строгие определения непрерывной функции в точке и на множестве и их свойства).

- Элементарные функции (строгие определения простейших элементарных и элементарных функций и их свойства). Отметим, что изучение элементарных функций играет важную роль в школьном курсе математики, помогая учащимся освоить основы работы с функциями для более глубокого изучения математики и решения разнообразных задач.

- Пределы числовых последовательностей (числовые последовательности и их пределы, бесконечно малая и бесконечно большая числовая последовательности/подпоследовательности, их свойства, монотонные, ограниченные и неограниченные последовательности и их свойства);

- Пределы функций (предел функции в точке и на бесконечности по Коши и по Гейне, бесконечно малые и бесконечно большие функции, односторонние пределы).

Данный раздел учебной программы по математическому анализу влияет на формирование у студентов компетенций по определению функциональных связей между процессами реального мира и представляется значимым для будущих учителей математики, физики и информатики.

Раздел учебной программы «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» отличается практико-ориентированным содержанием и является логическим продолжением первого раздела. Перечислим темы этого раздела.

- Производная и дифференциал (строгие определения производной и дифференциала, их физический и геометрический смыслы и свойства). Изучение этих понятий и свойств позволяет решать текстовые задачи с прикладным содержанием, которые решаются исходя из физического и геометрического смысла производной.

- Теоремы о среднем значении для дифференцируемой функции (формулируются и доказываются теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши). Знание этих теорем позволяет строго обосновать метод нахождения наименьшего и наибольшего значений функции на отрезке, находить корни уравнений, исследовать поведе-

ние функции на заданном интервале, находить среднее значение приращения функции на отрезке.

- Применение дифференциального исчисления (изучаются условия постоянства и монотонности функции, строгие определения точек экстремума, точек перегиба и выпуклости функции, а также условия их существования). Изучение этого раздела позволяет использовать дифференциальное исчисление для анализа функций и решения задач оптимизации.

Далее следует раздел «Интегральное исчисление для функций одной переменной», который предполагает изучение следующих тем.

- Неопределенный интеграл (определения первообразной и неопределенного интеграла, методы интегрирования подстановкой, заменой переменных и интегрирования по частям, методы интегрирования классов функций).
- Определенный интеграл (строгое определение определенного интеграла, его свойства, интегрируемость непрерывных и монотонных функций, необходимое и достаточное условия интегрируемости, формула Ньютона – Лейбница). Геометрический смысл определенного интеграла указывает на возможность практического его применения для решения задач на вычисление площадей криволинейных трапеций и способствует углублению знаний студентов по определению площадей плоских фигур.
- Применение определенного интеграла (определения квадратуемой фигуры и кубического тела) для решения практико-ориентированных задач по нахождению площади плоской фигуры, вычислению объемов тел, длин дуг гладких кривых и площадей поверхностей вращения.
- Несобственные интегралы (определения несобственных интегралов первого и второго рода).

На изучение учебной дисциплины «Математический анализ» согласно учебным планам предметных областей «Математика и информатика», «Математика и физика» «в первом и втором семестрах первого курса и первом семестре второго курса дневной формы получения образования отводится 324 часа, из них аудиторных – 150 ча-

сов» [3]: 56 часов лекций, что составляет 37 % от общего количества аудиторных, 94 часа практических занятий, что составляет 63 % от общего количества аудиторных часов. Достаточное количество часов на практические занятия позволит студентам получить глубокие знания по изучаемой теме и закрепить сформированные навыки анализа и решения математических задач прикладного характера.

Учебная программа по математическому анализу для предметной области «Физика и информатика» рассчитана на три семестра (на изучение программы отводится 324 часа, из них 150 аудиторных часов: 56 часов лекций, 94 часа практических занятий) и включает помимо перечисленных выше разделов такие разделы, как: «Дифференциальное и интегральное исчисление функций нескольких переменных», «Ряды», «Дифференциальные уравнения» (учебными планами предметных областей «Математика и информатика», «Математика и физика» предусмотрено изучение данных тем в рамках дисциплин «Функции нескольких переменных», «Дифференциальные уравнения и ряды» учебного модуля «Высшая математика-2»).

При разработке перечисленных учебных программ для укрупненной специальности «Физико-математическое образование» перед авторами-составителями стояла сложная задача формирования «единого содержательного ядра» при максимальном учете специфики каждой предметной области. Ввиду того, что для предметной области «Физика и информатика» значимым является прикладной аспект программы, большинство разделов учебной программы содержат задачи общей физики (в основном механики), для решения которых активно используется аппарат математического анализа (дифференциальное и интегральное исчисление, обыкновенные дифференциальные уравнения, ряды).

Для предметных областей «Математика и информатика», «Физика и информатика» чрезвычайно важным является вычислительный аспект, то есть описание и обоснование алгоритмов, лежащих в основе численных методов (приближенное решение уравнений, приближенное вычисление значений функций и определенных интегралов), поэтому в программы включены вопро-

сы использования методов анализа в приближенных вычислениях.

Отметим, что при формировании модулей учебных планов укрупненной специальности принималась во внимание взаимосвязь учебных дисциплин и учитывались специфики предметных областей [4]. Во всех программах предусмотренное количество часов на лекции и практические занятия является достаточным для формирования у студентов навыков и умений решения практико-ориентированных задач, поиска оптимальных решений, определения скоростей реальных описываемых с помощью функций процессов, вычисление площадей фигур, объемов тел, длин дуг, пути, пройденного телом, работу силы и т. д.

Заключение. Сохраняя классические подходы к формированию содержания, разработанные учебные программы по дисциплине «Математический анализ» для специальности «Физико-математическое образование» (предметные области «Математика и информатика», «Физика и информатика», «Математика и физика») учитывают специфику каждой предметной области, это, несо-

мненно, усиливает практико-ориентированность дисциплины, способствует ее взаимодействию с другими дисциплинами специальности и в конечном итоге повышает качество подготовки будущих учителей физики, математики и информатики. Подготовка будущих специалистов образования на физико-математическом факультете направлена на развитие профессиональных компетенций, необходимых для успешной профессиональной деятельности, умений адаптироваться и совершенствоваться в условиях постоянно трансформирующейся образовательной среды.

Разработанные в соответствии с современными тенденциями в высшем образовании учебные программы по математическому анализу учитывают особенности математической подготовки будущих педагогов. Содержание программ раскрывает фундаментальные возможности математического анализа по изучению математических объектов, функций и их свойств, а также по их применению в различных областях естествознания, информатики, техники и экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития образования Республики Беларусь до 2030 года утв. Премьер-министром Респ. Беларусь, 11 ноября 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.edu.gov.by/kontseptsiya-do-2030-goda/kontseptsiya.pdf>
2. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь: утв. постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24 марта 2022 г. № 54 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nihe.by/images/cnpo/%D0%9E%D0%9A%D0%A0%D0%91_011-2022-164_removed.pdf. – Дата доступа: 12.11.2022.
3. Учебная программа «Математический анализ» для специальности «Физико-математическое образование (математика и информатика; математика и физика)»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/59542>
4. Василец, С. И. Пути решения проблемы подготовки преподавателей по специальности «Физико-математическое образование» в условиях цифровизации системы образования Республики Беларусь / С. И. Василец, А. Ф. Климович, Л. Л. Тухолко // Весті БДПУ. Серія 3. Фізика. Математика. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2022. – № 4. – С. 10–15.

REFERENCES

1. Konceptsiya razvitiya obrazovaniya Respubliki Belarus' do 2030 goda utv. Prem'er-ministrom Resp. Belarus', 11 noyabrya 2021 g. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.edu.gov.by/kontseptsiya-do-2030-goda/kontseptsiya.pdf>
2. Obshchegosudarstvennyj klassifikator Respubliki Belarus' utv. postanovleniem Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus' ot 24 marta 2022 g. № 54 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://nihe.by/images/cnpo/%D0%9E%D0%9A%D0%A0%D0%91_011-2022-164_removed.pdf. – Data dostupa: 12.11.2022.
3. Uchebnaya programma «Matematicheskij analiz» dlya special'nosti «Fiziko-matematicheskoe obrazovanie (matematika i informatika; matematika i fizika)»: [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://elib.bspu.by/handle/doc/59542>
4. Vasilec, S. I. Puti resheniya problemy podgotovki prepodavatelej po special'nosti «Fiziko-matematicheskoe obrazovanie» v usloviyah cifrovizacii sistemy obrazovaniya Respubliki Belarus' / S. I. Vasilec, A. F. Klimovich, L. L. Tuholko // Vesci BDPU. Seryya 3. Fizika. Matematyka. Infarmatyka. Biyalogiya. Geagrafiya. – 2022. – № 4. – S. 10–15.