

УДК
378**НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА
РАСКРЫТИЯ «ПРОБЛЕМНЫХ ЗОН» ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В
ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ****Драгилева Ирина Петровна**
старший преподаватель
idrag2012@yandex.ru
г. Москва**Потепалова Александра Юрьевна**
к.ф.-м.н., доцент
apoteralova@mail.ru
г. Москва**Розанова Светлана Алексеевна**
д.п.н., профессор
srozanova@mail.ru
г. МоскваФГБОУ ВО МИРЭА-Российский технологиче-
ский университетФГБОУ ВО МИРЭА-Российский технологиче-
ский университетФГБОУ ВО МИРЭА-Российский технологиче-
ский университет

Аннотация. В условиях цифровизации высшего образования во многих вузах России началась трансформация учебного процесса по различным дисциплинам. Разрыв между школьными знаниями, умениями по математике абитуриентов и требованиями технических вузов, отсутствие мотивации к изучению математики уже с самого начала обучения создает возможность накопления математических «проблемных зон». Актуальной становится задача: максимально использовать традиционные методы и положительные стороны цифровизации для их раскрытия. В данной статье обосновывается необходимость использования в технических вузах потенциала раскрытия «проблемных зон», относящихся к основным математическим понятиям и методам для повышения качества математического образования. Поэтому ставится проблема исследования: повышение качества математического образования в технических вузах в условиях цифровизации посредством использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон». Цель исследования: разработка методики использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон», ее реализация в учебном процессе технических вузов. Новизна, актуальность, значимость постановки проблемы в настоящее время очевидна. Для решения проблемы используются: синтез традиционных и инновационных методов с сохранением для технических вузов принципа оптимального сочетания фундаментальности и профессионально-прикладной направленности в математическом учебном процессе, методы деятельностного, синергетического подходов и системного анализа. Предложена методика использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон» при трансформации учебного процесса в условиях цифровизации. Основные составляющие методики: актуализация и выявление математических «проблемных зон» в базовом курсе; создание их банка для технических вузов; поиск методов, алгоритмов и технологий раскрытия математических «проблемных зон»; составление банка профессионально-прикладных задач, в том числе, заданий для научно-исследовательской работы студентов. Для некоторых «проблемных зон»

приведены примеры их разрешения с использованием ИКТ и традиционных методов. Проведенное исследование и новые исследования, реализация разработанной методики позволят улучшить качество математического образования в технических вузах в условиях цифровизации.

Ключевые слова: математические проблемные зоны, технические вузы, методика, потенциал раскрытия, синтез, цифровизация

Введение

Роль математики и ее методов, математического образования в современном мире хорошо известна. Математика, как одна из фундаментальных наук, необходима практически всем специальностям классических университетов и технических вузов. Однако, отечественные и зарубежные исследователи математического образования в вузах отмечают, что многие математические абстракции (понятия, процедуры (особенно доказательства теорем), методы и др.) вызывают у студентов нематематических направлений и специальностей большие трудности, возникают «проблемные зоны» при их изучении, что приводит к формальному заучиванию этих абстракций и потере учебной мотивации. Недопонимание студентами инженерно-технических вузов основных математических понятий и недооценка ее методов - одна из основных причин снижения мотивации к изучению этого предмета и, как следствие, качества математического образования. Следует отметить, что разрыв в математических знаниях и умениях абитуриентов и требованиями к ним технических вузов велик, за небольшим исключением. Положение усугубляется еще следующим: накопленные при среднем образовании математические «проблемные зоны», отсутствие мотивации к изучению математики, слабо сформированное математическое мышление переходят в технические вузы и, встречаясь с новыми трудностями, порождают новые «проблемные зоны». Цифровизация высшего образования, особенно во время пандемии, может внести свой отрицательный вклад в этот процесс, если не найти способы и методы использования ее положительных сторон.

Выявление «проблемных зон» базовых учебных элементов высшей математики, нахождение способов и алгоритмов решения сложных задач, связанных с «проблемной зоной», является в настоящее время актуальной задачей в теоретических исследованиях и практике педагогов технических вузов.

В данной работе обосновывается необходимость использования в технических вузах потенциала раскрытия «проблемных зон», относящихся к основным математическим понятиям и методам для повышения качества математического образования. Поэтому ставится *проблема исследования*: повышение качества математического образования в технических вузах в условиях цифровизации посредством использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон». *Цель исследования*: разработка методики использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон», ее реализация в учебном процессе технических вузов. Под «потенциалом раскрытия проблемных зон» мы будем понимать «комплекс традиционных и инновационных методов, методик, технологий и способов решения задач, позволяющий не только снять возникшую проблему в изучаемой теме, но и уметь применять ее основные элементы в своей учебной и профессиональной деятельности»

Новизна, актуальность, значимость постановки проблемы в настоящее время очевидна, так как накопленные и нераскрытые «проблемные зоны» тормозят эффективность учебного процесса, что ведет к снижению его качества, особенно при online образовании.

Материалы и методы. Методологию исследования составляет *синтез* традиционных и инновационных методов и технологий с учетом положительных и отрицательных сторон цифровизации высшего образования. Кроме того, используются принцип оптимального сочетания фундаментальности и профессионально-прикладной направленности

преподавания математики в технических вузах, идеи, методы деятельностного, синергетического подходов и системного анализа.

Обзор литературы

Задачи цифровизации, в том числе высшего образования, были сформулированы в основополагающих документах (Указ Президента РФ №203, 2017; Распоряжение Правительства РФ №1632-р, 2017; Указ Президента РФ №204, 2018) и в (Уваров, Гейбл, Дворецкая и др., 2019). Научно-педагогическая общественность активно откликнулась на поставленные перед ней задачи серией публикаций. Мнения, высказываемые в них, достаточно противоречивы. Можно выделить из них следующие основные направления исследований.

Одно из направлений – это обсуждение необходимости учета психолого-педагогических основ при реализации цифровизации высшего образования. Прежде всего, к этому направлению следует отнести — обсуждение и конкретные предложения по совершенствованию основополагающих документов о цифровизации высшего образования (Стариченко, 2020). В этой работе анализируются программные документы и публикации, подготовленные специалистами НИУ ВШЭ. Автор отмечает большую и важную работу, проделанную специалистами НИУ ВШЭ, но и отмечает слабую доказательность преимуществ, предлагаемых ими мер и действий, неточности определений и терминов, отсутствие их научно-педагогического, юридического и медицинского обоснования. Делается вывод, что цифровизация не должна носить революционный характер.

К этому направлению можно отнести психолого-педагогические, философские, социальные, экономические, управленческие, медицинские исследования. Наиболее интересные из них в ракурсе рассматриваемой темы приведены в списке литературы, например, (Минина, 2020; Kuzu, 2020; Saykili, 2019 и др.). Остановимся только на некоторых из них. Так в исследовании авторов (Петрова, Бондарева, 2019) отмечается: онлайн-обучение в цифровой образовательной среде предусматривает синхронное (электронное взаимодействие студента и преподавателя в конкретное время) и асинхронное обучение (студенты работают в удобное для них время по материалам преподавателя, выложенным в их личных кабинетах или в облаке вузов). Однако, авторы, дискутируя со сторонниками каждого из этих видов обучения, делают выбор в пользу «смешанного обучения» (совмещение реального обучения с интерактивными возможностями).

В статье (Дождиков, 2020) подвергается критическому осмыслению результат, полученный исследователями «Высшей школы экономики» в отношении итогов эксперимента по оценке качества онлайн-обучения. Обосновывается мысль, что тезис о возможности «полной замены онлайн-образованием традиционных форм обучения без потери качества» искажён в СМИ, а выводы базируются на недостаточных данных». В статье делается акцент на том, что пока в достаточной мере не изучено воздействие онлайн-образования на психологию и физиологию обучающихся, существует риск ухудшения здоровья, равно как и падения качества образования.

В работе (Михайлов, 2020) рассмотрены проблемы, связанные с возможным широким внедрением дистанционного обучения в практику российского высшего образования. Сделан вывод о том, что дистанционное обучение может стать преобладающим только в совершенно уникальных ситуациях, при которых «живое» общение между людьми вообще и, преподавателями и студентами в частности, по тем или иным причинам должно быть сведено к минимуму.

Другое направление – работы, посвященные конкретным результатам реализации разработанных дидактических концепций, программ трансформации учебного процесса по некоторым предметным дисциплинам в вузах различного профиля или предложениям по модернизации существующих программ. В работе (Задаев, 2018) отмечается, что естественная цифровизация математического образования требует существенного пересмотра и актуализации рабочих программ математических дисциплин на предмет интеграции необходимых теоретических понятий и методов с наиболее популярными в

профессиональной среде ИТ-инструментами, их практической реализации с одной стороны, и обучение профессорско-преподавательского состава новым технологиям прикладных исследований и их преподаванию, с другой стороны. Приводится пример трансформации на втором курсе дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» в новую практико-ориентированную дисциплину «Анализ данных».

Разнородность мнений (революционный путь развития; модный тренд, который угаснет со временем; постепенный переход к цифровизации по мере готовности вузов), высказываемых в публикациях, отразилась на темпах трансформации учебного процесса. Пандемия вызвала ускорение процесса цифровизации, но и актуализировала старые и новые проблемы, вызывающие понижение эффективности учебного процесса. Разрыв между школьными знаниями, умениями по математике абитуриентов и требованиями технических вузов, отсутствие мотивации к изучению математики уже с самого начала обучения создает возможность накопления математических «проблемных зон».

Исследования по «проблемным зонам» и близким к ним по тематике, как показывает проведенный анализ публикаций в зарубежных и российских источниках, начались с 2011 года, но их пик пришелся на 2017 - 2018 годы. В зарубежных источниках рассматриваются различные аспекты высшего математического образования и существующие проблемы, например, (Saykili, 2019; Maracci, 2013; Hudgins, 2010; Lithner, 2011). Особенно наглядно это разнообразие прослеживается в (Home - Ninth Congress, 2015). Наиболее близкая к рассматриваемой проблеме является зарубежная работа (Ní Shé, O'Shea, 2017). В ней выявляются «проблемные темы» по математике тестированием студентов первого курса и их лекторов в высших учебных заведениях Ирландии. Отмечается, что мнение студентов не всегда совпадает с мнением преподавателей.

В российских источниках также исследуются различные аспекты математического образования в средней и высшей школах (Семенов, 2013; Смирнов, 2017; Райхельгауз, 2019). Но большинство исследований относится к возникновению синергетических эффектов при интеграции математических знаний с естественнонаучными, экономическими и гуманитарными знаниями, выявлению «проблемных зон» учебных элементов, недостатков при преподавании математики, отсутствие мотивации у обучаемых в школе и университетах. В работах (Пентин, 2018; Поликарпов, 2017; Розанова, 2015) рассмотрено состояние и недостатки математического, естественнонаучного образования, необходимость развития к изучению математики в школе и вузе. Выделению критериев отбора содержания математического образования посвящены исследования (Зыкова, 2017; Панцева, 2016). Исследование вопросов междисциплинарного, интеграционного характера и введение профессиональных задач в математические курсы классических и технических университетов проведены в (Кузнецова, 2009; Дворяткина, 2016; Дворяткина, 2017).

Разработке теоретических основ в области исследования проблемных зон в педагогических вузах (Смирнов, 2017). В этой работе дано определение математической «проблемной зоны», разработана технология их исследования и применена к одному из самых основополагающих учебных элементов – пределу функции по Коши с поэтапной иллюстрацией из теории фракталов. Начатое Е.И. Смирновым направление исследований по теории и практике в области математических «проблемных зон» было продолжено его последователями: (Осташков, 2017; Смирнов, Абатурова, 2017; Дворяткина, 2018; Дворяткина, 2019). Одним из авторов данной статьи в работе (Розанова, 2017) положено начало целенаправленному исследованию математических «проблемных зон» в технических университетах и продолжено в исследовании (Драгилева, 2021). В результаты этой статьи включены в виде таблицы выявленные авторами «проблемные зоны» из 4-х семестров математического анализа, алгебры и геометрии, дифференциальных уравнений. В ней подробно описаны алгоритмы и способы решения задач при раскрытии «проблемных зон» с учетом того, что у студентов технических вузов с помощью информатики довольно хорошо развито алгоритмическое мышление.

Кроме того, даны рекомендации по использованию КТ в случаях необходимости обеспечения принципа наглядности. Но в ней не были рассмотрены следующие вопросы:

- 1) не актуализированы «проблемные зоны», возникающие при выполнении НИРС;
- 2) необходимость и актуальность исследования математических «проблемных зон» в технических вузах в условиях цифровизации высшего образования;
- 3) не разработана методика их раскрытия.

Таким образом, в этих исследованиях можно выделить следующие направления:

1. Различные аспекты исследований в области математического образования в школе и вузах;
2. Рассмотрение проблемы и критериев отбора содержания математического образования в вузе;
3. Исследование вопросов междисциплинарного, интеграционного характера и введение профессиональных задач в математические курсы классических и технических университетов;
4. Разработка теоретических основ в области исследования проблемных зон в педагогических и вузах различного профиля.

Нерешенные вопросы общей проблемы:

1. В связи с существующим разрывом в математических знаниях абитуриентов и требованиями технических вузов к их математической подготовке, методическая работа преподавателей направлена на поиск различных методик ликвидации этого разрыва. Сложность этой проблемы усиливается отсутствием у многих поступивших в технические вузы мотивации к изучению математики;
2. Изучение высшей математики приводит таких студентов к накоплению математических «проблемных зон». Поэтому своевременное их выявление и «раскрытие» становится актуальной задачей;
3. Начавшаяся цифровизация высшего образования помогает найти новые методики и технологии их раскрытия, но в то же время создает новые проблемы, особенно при online обучении;
4. Выявлены далеко не все «проблемные зоны» базовых учебных элементов высшей математики в технических университетах;
5. Пока мало уделено внимания их выявлению в научно-исследовательской работе студентов (НИРС) технических вузов;
6. Не для всех выявленных «проблемных зон» подобран комплекс методов и технологий, обеспечивающий их разрешение;
7. Частично используются математические модели профессиональных и прикладных задач;
8. Не разработана методика использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон».

Указанные недостатки и нерешенные вопросы общей проблемы, важные для повышения качества математического образования в технических университетах, приводят к постановке *проблемы исследования*: повышение качества математического образования в технических университетах посредством использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон».

Цель исследования: разработка методики использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон» и ее реализация в учебном процессе технических вузов.

Это – очень важная и трудоемкая работа, которая может составить цель не только настоящего, но и нескольких будущих исследований. Все отмеченное выше определяет *актуальность* и *значимость* рассматриваемой в данной статье проблемы.

1. В основу исследований данной статьи положено определение «проблемной зоны» в обучении математике в педагогических университетах и критерии их выявления, введенные Е.И. Смирновым и его последователями. Проблемная зона — это «комплекс содержательных, процессуальных, личностно-адаптационных компонентов обучения

математике, основанных на вскрытии противоречий и проблем когнитивной деятельности в конкретно определенной области, и нацеленных на поиск и исследование сущностей ее сложных учебных элементов» (Смирнов, 2017). Критерии их выявления — вариативное целеполагание: отсутствие инварианта структуры эффективной деятельности; практическая инновация; вероятностное прогнозирование.

2. Обоснованы актуальность и необходимость исследования в технических вузах потенциала раскрытия «проблемных зон», относящихся к основным математическим понятиям и методам разных разделов высшей математики в условиях цифровизации образования.

3. Введено определение потенциала раскрытия проблемных зон. Под «потенциалом раскрытия проблемных зон» мы будем понимать «комплекс традиционных и инновационных методов, методик, технологий и способов решения задач, позволяющий не только снять возникшую проблему в изучаемой теме, но и уметь применять ее основные элементы в своей учебной и профессиональной деятельности».

4. Предложена методика использования потенциала раскрытия математических «проблемных зон» при трансформации учебного процесса в условиях цифровизации высшего образования. Она основана на синтезе традиционных (классических) и инновационных методов и технологий при сохранении для технических вузов принципа оптимального сочетания фундаментальности и профессионально-прикладной направленности в учебном процессе по математике. Основные составляющие методики: актуализация и выявление математических «проблемных зон» (ПЗ); создание их банка для технических вузов; поиск методов, алгоритмов и технологий раскрытия математических «проблемных зон» базовых учебных элементов; составление банка профессионально-прикладных задач; создание с помощью руководителей перечня тем для научно-исследовательской работы студентов (НИРС).

5. Проведено пополнение авторского банка математических «проблемных зон» ПЗ, возникающими при решении задач НИРС для студентов специалитета и бакалавриата.

6. Реализована предложенная методика для некоторых математических разделов, включая НИРС.

7. Разработан комплекс алгоритмов и методов решения сложных учебных и профессионально-прикладных задач, связанных с «проблемными зонами», основанный на синтезе традиционных и инновационных методов, методик и технологий.

Проиллюстрируем некоторые пункты предложенной методики на одном из разделов математического анализа и примерах из НИРС.

Следует особо рассмотреть в качестве «проблемной зоны» ряды Фурье (математический анализ, 3 семестр). Этот раздел имеет важное теоретическое и прикладное значение для студентов всех направлений и специальностей технических университетов. В результате изучения этой темы студенты должны научиться: приближать функцию частичными суммами тригонометрического ряда Фурье (гармониками) и обобщенным рядом Фурье по другим ортогональным системам; не только получать аналитически эти решения, но и изображать геометрически эти приближения на одном чертеже с графиком заданной функции; правильно определять виды сходимости. Качественно раскрыть эту «проблемную зону» целесообразно: применением поэтапно алгоритмов получения аналитического решения и построения графиков частичных сумм. Это возможно с помощью программы MATHCAD или других программ; рассмотрением математической модели профессиональной задачи. По этой теме рассмотрим учебную задачу, входящую в типовые самостоятельные работы студентов, и задачу для НИРС.

Пример №1 (математический анализ, 3 семестр, учебная задача). Тема. Приближение периодической функции $f(x)$ частичными суммами тригонометрического ряда Фурье.

Задача. Приблизить периодическую функцию $f(x)$, заданную на полупериоде $(0,1)$ частичными суммами ряда Фурье $S_2(x), S_3(x), S_{10}(x)$, продолжив ее на $(-1, 0)$ а) чётно, б)

нечетно, в) нулем. $f(x) = x - 2, l = 2$. Изобразить это приближение на чертеже и установить виды сходимости. Эта сложная учебная задача является для студентов большой «проблемной зоной», состоящей из нескольких «проблемных зон» на каждом этапе решения задачи.

1-й этап: построение графика функции с заданной формой продолжения и учетом теоремы Дирихле. На этом этапе возникает *первая проблема* с графиком нечетного продолжения (пункт б) исходной задачи); *вторая* - с применением теоремы Дирихле.

2-й этап: вычисление коэффициентов Фурье. «Проблемная зона» – неумение самостоятельно искать свои ошибки в вычислениях.

3-й этап: составление ряда Фурье, его частичных сумм и построение на одном чертеже графиков функции с продолжением и частичных сумм. *Проблемная зона*: недопонимание важности такого чертежа, т. е. самой идеи гармонического анализа. Часто проявляют «творчество» – строят графики каждой частичной суммы отдельно от графика функции (находят образцы в интернете).

4-й этап: указать и обосновать виды сходимости частичных сумм к функции в каждом пункте задачи а), б), в). «Проблемная зона» – в обосновании вида сходимости.

Комплекс мер, реализуемый для раскрытия выявленных в этой задаче «проблемных зон»: алгоритмы, наглядность, обеспечивающаяся с помощью КТ; лекции и семинары в электронном виде, размещенные, благодаря начавшейся цифровизации, в рабочих областях преподавателей, а в режиме online - дополнительно перечень наводящих вопросов и составление индивидуальных консультаций в виде рецензий; проведение лекционных и семинарских вебинаров в режиме, приближенном к offline с помощью специально разработанных методик. Иллюстрация на лекции и семинарах хотя бы одного графика этой задачи, выполненного студентом, позволяет раскрыть наглядно все тонкости «проблемных зон» и акцентировать их внимание на ряде важных вопросов.

$$f_1(x) \text{ (красный)} = \begin{cases} x - 2, x \in [0; 2) \\ x + 2, x \in (-2; 0) \end{cases}; \quad S_2(x) \text{ (голубой)}; \quad S_3(x) \text{ (зеленый)}; \\ S_{10}(x) \text{ (фиолетовый)}$$

Рис. 1. Цвета графиков

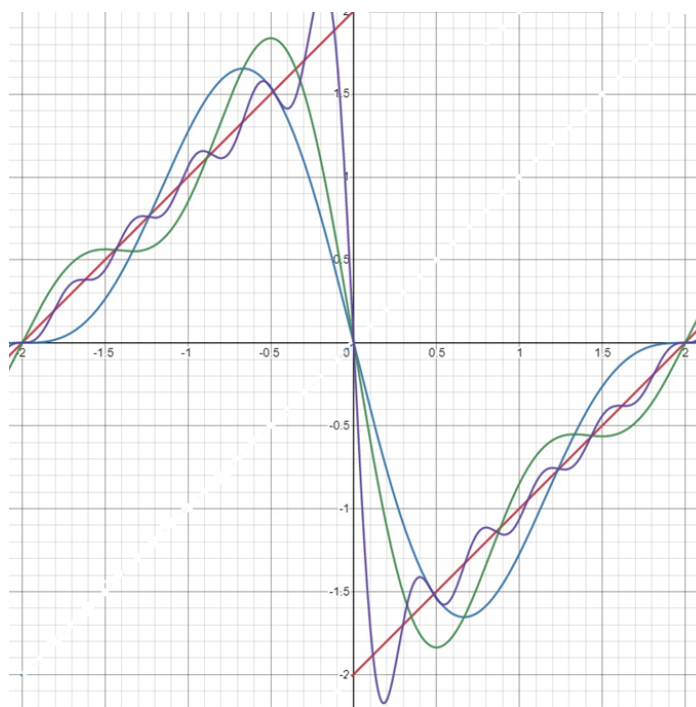


Рис. 2. Графики функции и частичных сумм пункта б) задачи

Имеет место поточечная сходимость и сходимость в среднем квадратичном.

Введение в этом семестре в самостоятельную работу профессиональных задач (типовые расчеты, исследовательские работы) позволяет достичь умения составлять и решать математические модели профессиональных задач, развивать творческое мышление.

Разработанная нами исследовательская работа с профессиональной задачей «Аппроксимация сигналов с помощью ортогональных полиномов и специальных функций», включена в создаваемый банк задач НИРС для специалитета (Кузнецова Т.А., Мироненко Е.С. Розанова С.А. и др., 2009). В ней рассмотрены формы сигналов, часто встречающиеся в теории и практике передачи информации. Предлагается: приблизить их частичными суммами тригонометрического и обобщенного ряда Фурье (ортогональными полиномами и специальными функциями); выбрать наилучшее приближение в смысле среднего квадратичного; изобразить результат геометрически; исследовать профессиональные и другие прикладные области, в которых может быть использована задача аппроксимации сигналов.

«Проблемные зоны» в данной задаче: впервые самостоятельное углубленное изучение рекомендованной литературы по сложной математической теме «Обобщенные ряды Фурье. Гильбертово пространство»; составление математической модели профессионально-прикладной задачи; вывод по графикам и расчетам, какие из ортогональных полиномов и функций дают наилучшее приближение заданного сигнала в смысле среднего квадратичного; поиск областей применения этой задачи, включая профессию.

Пример №2 (Задача для НИРС, 2-ой курс специалитета). Тема. Обобщенные ряды Фурье. Задача (Профессионально-прикладная)

Аппроксимировать исходный сигнал

$$s(t) = \begin{cases} \sin(\pi t), & 0 \leq t \leq 1 \\ 0, & -1 \leq t < 0 \end{cases},$$

разложив его по ортогональной системе тригонометрических функций, по системам ортогональных полиномов Лежандра, Чебышева, функций Уолша и найти оптимальное приближение в смысле средне-квадратичного; указать области применения результатов аппроксимации сигналов (курсовая работа студента 2 курса по направлению специалитета Фримучкова А.Н (руководитель Розанова С.А.), математический анализ, 3 семестр). Результат решения изображен на графике рис. 3

На этом рисунке представлен график исходной функции и функций, аппроксимирующих её: (график построен с помощью программного пакета Maple):

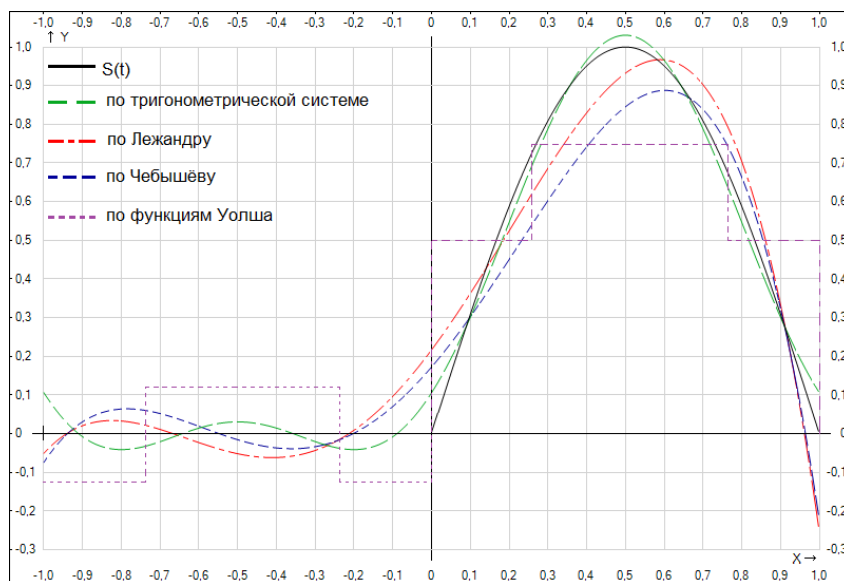


Рис. 3. Приближение заданного сигнала ортогональными полиномами и функциями

Из сравнения графиков видно, что наилучшее приближение исходного сигнала в смысле среднего квадратичного дает разложение по тригонометрическому ряду Фурье, что согласуется с вычисленными ошибками приближения при количестве членов в аппроксимирующем ряде $n=4$: $(\sigma^2)=0,00116$ (для тригонометрического ряда Фурье); 0,00684 (полиномы Лежандра); 0,01331 (полиномы Чебышева); 0,14 (функции Уолша).

Примеры приложения теории аппроксимации функций. В данной работе рассмотрена аппроксимация функций, которая имеет колоссальное значение в прикладных задачах, она используется практически везде: от создания компьютерных игр до добычи нефти. Необходимость аппроксимации сигналов возникает во многих радиотехнических задачах, в том числе при исследовании помехоустойчивости приемного устройства, в задачах информационной безопасности и других. Функции Уолша и основанные на них функции получили широкое распространение при обработке речевых сигналов, при обработке изображений в биологии и медицине, в цифровой голографии и многих других областях. Отдельно стоит отметить, что широкое применение функции Уолша находят в спектральном анализе генетических секвенций и при создании новых генетических алгоритмов.

Для бакалавров по специальности «Информатика и прикладная математика» по заявкам руководителей тем создан кафедральный фонд тем ВКР, наглядно иллюстрирующий эффективность реализации принципа оптимального сочетания фундаментальности и прикладной направленности математического образования в ТУ в условиях цифровизации. Например, такие актуальные в настоящее время темы: «Статистический анализ таяния льдов с помощью спутниковых снимков»; «Прогностический анализ лесных пожаров по данным космических снимков»; «Анализ факторов риска, приводящих к внезапной остановке сердца, с помощью методов машинного обучения»; и др.

Проиллюстрируем появление «проблемных зон» на примере выполнении ВКР «Применение фильтра Калмана в задаче определения ориентации искусственного спутника». Руководитель ВКР Потепалова А.Ю., Студентка-бакалавр Зайцева Н.

Пример 3. (*Задача для НИРС – ВКР бакалавра*). Тема ВКР: *Применение фильтра Калмана в задаче определения ориентации искусственного спутника.*

Проблемные зоны в квалификационной работе бакалавра. Первая часть задания квалификационной работы, аналитическая, была преодолена студенткой отлично. Формулы выведены, литература подобрана. Однако алгоритм решения, наилучший в контексте заданной темы, было сложно применить в связи с высокой размерностью соответствующей системы дифференциальных уравнений. Перед студенткой встает первая «проблемная зона»: как использовать понравившийся алгоритм для решения ее задачи? У нее возникла идея (конечно, преподаватель подвела студентку к этой идее незаметно для нее) применить пока этот алгоритм для более простой (учебной) задачи, использующей систему уравнений более низкого порядка. Что и было выполнено бакалавром. Вторая «проблемная зона»: найти способ решения составленной системы уравнений. Возникла идея – написать специальную программу для решения своей задачи, а затем использовать ее для решения подобных задач в учебном процессе и НИРС. Составленная студенткой программа иллюстрирует эффективность предложенного алгоритма. «Проблемная зона» на данном этапе раскрыта! Результаты опубликованы в (Потепалова, 2021)

Обсуждение

Дискуссия о цифровизации высшего образования, развернувшаяся в статьях, книгах ученых-преподавателей высшей школы, выступлениях на конференциях и в других различных формах их общения, побудила и нас высказать свое мнение. Мы не разделяем крайних точек зрения в отношении цифровизации высшего математического образования в ТУ, руководствуясь тезисом, что цифровизации не является панацеей, решающей все проблемы в высшем математическом образовании в ТУ, но очень важна, как его помощник, для повышения качества учебного процесса. Начавшаяся цифровизация в технических университетах во время пандемии помогла продолжать учебный процесс в форматах online и

offline, но одновременно ярко высветила проблему накопления «проблемных зон» и необходимость исследования потенциала их раскрытия.

Поэтому в данной статье на основании анализа литературы, тестирования студентов, опытных и молодых преподавателей обоснована необходимость продолжения выявления и исследования «проблемных зон», предложена методика их раскрытия, приведены примеры ее реализации в учебном процессе по математике в ТУ МИРЭА, показана возможность использования положительных сторон цифровизации.

Создание более совершенных виртуальных обучающих сред приведет к существенному изменению роли преподавателя высшей школы. Оно поможет: раскрытию «проблемных зон» в обучении, без чего не может быть успешным учебный процесс; приближению дистанционных лекций и семинаров в случаях пандемий к очной форме обучения; формированию творческих способностей студентов и, в конечном итоге, повышению качества учебного процесса по математике в ТУ.

Заключение

Проведенный аналитический обзор зарубежной и отечественной литературы в области высшего образования, в том числе математического в технических университетах, позволяет констатировать необходимость исследования потенциала раскрытия «проблемных зон» в условиях цифровизации.

Исследование поставленной проблемы проведено на основе синтеза традиционных и инновационных методов и технологий, реализации принципа оптимального сочетания фундаментальности и прикладной направленности математического курса в ТУ, учета более развитого у студентов инженерного мышления по сравнению с математическим мышлением и пробелов в знаниях элементарной (школьной) математики.

В результате проведенных мероприятий (тестирования студентов, интервью с преподавателями, контрольных мероприятий и собственного многолетнего опыта авторов этой статьи) дополнительно (по сравнению с предыдущей статьей авторов) выделены «проблемные зоны» при выполнении НИРС.

Предложена методика исследования потенциала раскрытия «проблемных зон». Выделенные «проблемные зоны» раскрыты с помощью синтеза различных педагогических методов, приемов, технологий (алгоритмы, схемы, геометрическая наглядность, математические модели профессионально-прикладных задач, решение которых целесообразно аналитически и/или с помощью КТ). Приведены примеры реализации разработанной методики.

Результаты данного исследования ввиду их универсальности могут быть использованы при преподавании математики студентам нематематических специальностей в вузах различного профиля.

Актуализация рассматриваемой проблемы и ее решение помогут формированию математического стиля мышления, математической культуры студентов технических вузов и приведет к успешному применению математического аппарата в их профессиональной деятельности.

Список литературы

- «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»: (Указ Президента РФ от 07 мая 2018 г. № 204. – URL <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>).
- «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы»: (Указ Президента РФ от 09 мая 2017 г. № 203. – URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf>)

- «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. (URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>)
- Дворяткина С.Н. Технологическое сопровождение креативной деятельности студентов при исследовании «проблемных зон» высшей математики // Развитие креативности личности в современном мультикультурном пространстве: материалы международной научно-практической конференции, Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина, г. Елец, 27 апреля 2018 г. 2018. С. 3-11.
- Дворяткина С.Н., Дякина А.А., Розанова С.А. Синергия гуманитарного и научного знания как педагогическое условие решения междисциплинарных проблем // Интеграция образования. 2017. Т.21. №1. С.8-18. DOI: 10.15507/1991-9468.086.021.201701.008-018
- Дворяткина С.Н., Розанова С.А. Разработка интегративных курсов на основе синергетического подхода при решении профессиональных и прикладных задач. // Ярославский педагогический вестник. 2016. №6. С.127-131.
- Дворяткина С.Н., Сафронова Т.М. Интеграция инновационных и классических образовательных технологий при выявлении «проблемных зон» в содержании выпускных экзаменов по математике. Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2019. Т. 13. №1. С. 45-52.
- Дворяткина С.Н., Симоновская Г.А. Актуализация синергетических эффектов в «проблемных зонах» школьного математического образования на основе шахматной игры (на примере изучения комбинаторики) // Ярославский педагогический вестник. 2018. №6. С. 89-97.
- Дождиков А.В. Онлайн-обучение как e-Learning: качество и результаты (критический анализ) // Высшее образование в России. 2020. Том 29. №12. С. 21-32. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-21-32>.
- Драгилева И.П., Потепалова А.Ю., Розанова С.А. Актуализация и выявление «проблемных зон» базовых учебных компонентов в курсе математики университетов инженерно-технического профиля // Sciences of Europe. 2021. Т. 2. № 64. С.23-32. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-64-2-23-32
- Зададаев С.А. Цифровое расширение преподавания базовой математики // Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2018. Т. 5. № 1. С. 308-314.
- Зыкова Т. В., Кузнецова И. В., Тихомиров С.А., Смирнов Е.И. Критерии отбора содержания обучения математике студентов педвуза на основе синергетического подхода. Ярославский педагогический вестник. 2017. № 5. С. 75-81.
- Кузнецова Т.А., Мироненко Э.С., Розанова С.А., Сирота А.И. и [др.]. Высшая математика / Под ред. С.А. Розановой. М.: Физматлит. 2009.
- Минина В.Н. Цифровизация высшего образования и ее социальные результаты // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2020. Т. 13. № 1. С. 84-101.
- Михайлов О.В., Денисова Я.В. Дистанционное обучение в российских университетах: "шаг вперед, два шага назад" // Высшее образование в России. 2020. Т.29. №10. С. 65–76.
- Осташков В.Н., Смирнов Е.И. Синергия исследования «проблемной зоны» базового учебного элемента «предел функции» // Гуманитарные науки и образование. 2018. Т.9. № 2. С. 109-116.
- Панцева Е.Ю., Шалугина Т.В. Проблема отбора математического образования в вузе // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2016. Т.15. С. 481–485. URL: <http://e-koncept.ru/2016/96000.htm>.
- Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. №1. С. 79-107.
- Петрова Н.П., Бондарева Г.А. Цифровизация и цифровые технологии в образовании // Мир науки, культуры, образования. 2019. Т. 78. №5. 2019. С. 353-355.

- Поликарпов С.А., Розанова С.А., Ягола А.Г. и [др.]. Проблемы школьного математического образования глазами учителей и преподавателей вузов: результаты опросов // Математика в школе. 2017. №2. С. 36-44.
- Потепалова А.Ю., Зайцева Н.В. Моделирование алгоритма калмановской фильтрации // Science of Europe. 2021. Т.1. № 70. С.35-42. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-70-1-35-42
- Потепалова А.Ю., Зайцева Н.В. Уточнение ориентации искусственного спутника по опорным точкам на снимке поверхности Земли // Science of Europe. 2021. Т.1. №71. С. 49-53. DOI: 10/24412/3162-2364-2021-71-49-53
- Развитие мотивации к изучению математики в современном мире / Розанова С.А., Карапетян В.С., Смирнов Е.И. и [др.]; под ред. Розановой С.А., Карапетяна В.С. М.: Российский университет дружбы народов, 2015. 283 с.
- Райхельгауз Л.Б. К вопросу об устойчивости результатов математического образования // Мир науки, культуры, образования. 2019. Т. 78. №5. С. 42-45.
- Розанова С.А. К вопросу о синергии исследования «проблемных зон» базовых учебных элементов при преподавании математики в университетах инженерно-технического профиля // Фундаментальные и прикладные научные исследования. Актуальные вопросы, достижения: материалы 7-ой международной научно-практической конференции, 16 ноября 2017. г. Пенза. Международный центр научного сотрудничества (МЦНС) «Наука и просвещение», 2017. С. 77-81.
- Семенов А.Л. Состояние и перспективы математического образования // Модернизация системы образования на современном этапе. 2013. С. 139–146. URL: <http://federalbook.ru/files/FSO/soderganie/Tom%209/IV/Semenov.pdf>
- Смирнов Е.И. Синергия исследования «проблемной зоны» базового учебного элемента содержания математического образования // Ярославский педагогический вестник. 2017. №5. С. 82–90.
- Смирнов Е.И., Абатурова В.С. Синергия "проблемных зон" как средство освоения высшей математики // Чтения Ушинского. Математика и информатика, астрономия и физика, экономика и совершенствование их преподавания: материалы конференции. Ярославль: Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, 2017. С. 43-48.
- Смирнов Е.И., Смирнов Н.Е., Уваров А.Д. Этапы технологического сопровождения процесса самоорганизации в математическом образовании будущего педагога // Ярославский педагогический вестник. 2017. №3. С. 102–111.
- Стариченко Б.Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания // Педагогическое образование в России. 2020. №3. С. 49-58.
- Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров, Э. Гейбл, И.В. Дворецкая, И.М. Заславский, И.А. Карлов, Т.А. Мерцалова, П.А. Сергомонов, И.Д. Фрумин; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина. М: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019.
- Home - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (archives-ouvertes.fr) (TWG14: University mathematics education). Praha, 2015.
- Hudgins D. Teaching Synergistic Integration of Economics and Mathematics // Journal of Economics and Economic Educational Research. 2010. Vol. 11. No 1. P. 43-52.
- Kuzu O.H. Digital Transformation in Higher Education: A Case Study on Strategic Plans. Higher Education in Russia. 2020. Vol. 29. No 3. P. 9-23.
- Lithner J. University Mathematics Students' Learning Difficulties // Education Inquiry. 2011. Vol. 2. No. 2. P. 289-303.
- Maracci M., Cazes C., Cazes C. Synergies between theoretical approaches to mathematics education with technology: A case study through a cross-analysis methodology // Educational Studies in Mathematics. 2013. No 84. P. 461–485.

- Ní Shé C., Mac & Bhaird, C., Eabhna, O'Shea, A. Problematic topics in first-year mathematics: lecturer and student views // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. Vol. 48. No 5. 2017. P. 715-734.
- Saykili A. Higher education in the digital age: The impact of digital connective technologies // Journal of Educational Technology & Online Learning. 2019. Vol. 1. No 2. P. 1–15. DOI: 10.31681/JETOL.516971

THE NEED TO USE THE POTENTIAL OF "PROBLEM AREAS" DISCLOSURE TO IMPROVE THE QUALITY OF MATHEMATICAL EDUCATION IN TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF HIGHER EDUCATION

Dragileva I. P. Senior Lecturer idrag2012@yandex.ru Moscow Potepalova A. Y. Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, assistant professor potepalova@mail.ru Moscow Rozanova S. A. Dr. Sci. (Pedagogy), professor, srozanova@mail.ru Moscow	MIREA - Russian Technological University MIREA - Russian Technological University MIREA - Russian Technological University
--	---

Abstract. The transformation of the educational process in various disciplines in the context of digitalization of higher education has begun in many Russian universities. The gap between the school knowledge and skills in mathematics of applicants and the requirements of technical universities, the lack of motivation for a significant contingent to study mathematics creates from the very beginning of training the possibility of accumulation of mathematical "problem areas". The task to maximize the positive aspects of digitalization for their embodiment becomes urgent. This article substantiates the relevance and necessity of using the potential of "problem areas" disclosure in technical universities related to the basic mathematical concepts and methods of various sections of higher mathematics to improve the quality of mathematical education. In this regard, the problem of research is posed: improving the quality of mathematical education in technical universities in the context of digitalization using the potential of mathematical "problem areas" disclosure. The purpose of the study: to develop a methodology for using the potential of mathematical "problem areas" disclosure and its implementation in the educational process of technical universities. The novelty, relevance, and significance of the problem statement is currently obvious. To solve the problem, the following methods are used: synthesis of traditional and innovative methods with preservation for technical universities of the principle of optimal combination of fundamental and professionally applied orientation in the mathematical educational process, methods of activity, synergetic approaches and system analysis. The method of using the potential of mathematical "problem areas" disclosure in the transformation of the educational process in the context of the digitalization is proposed. The main components of the method: actualization and identification of mathematical "problem areas" in the basic

course; creation of their bank for technical universities; search for methods, algorithms and technologies for the disclosure of mathematical "problem areas" of basic educational elements; compilation of a bank of applied problems, including assignments for students' research work. Examples of their resolution using ICT and traditional methods are given for some "problem areas". The conducted research and new research, the implementation of the developed methodology will improve the quality of mathematical education in technical universities in the context of digitalization.

Keywords: mathematical problem areas, technical universities, methodology, the disclosure potential, synthesis, digitalization.

References

- «Ob utverzhdenii programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii»: Order of the government of the Russian Federation № 1632 of July. 28. 2017. Retrieved from <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>
- «O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda»: (presidential decree №204 of 07.May. 2018 Retrieved from <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>).
- «O strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017– 2030 gody»: (presidential decree № 203 of May 9.2017. Retrieved from <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf>).
- Dozhdikov, A. V. (2020). Online learning as e-learning: the quality and results (critical analysis). Higher education in Russia, 29(12), 21-32. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-21-32>. (In Russ., abstract in Eng.)
- Dragileva, I. P., Potepalova, A. Yu., Rozanova, S.A. (2021). Actualization and discovery of "problem areas" of basic curriculum elements in teaching mathematics in universities specializing in engineering and technology. *Sciences of Europe*, 2(64), 15-23. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-64-2-23-32 (In Russ., abstract in Eng.)
- Dvoryatkina, S. N. (2018). Tekhnologicheskoe soprovozhdenie kreativnoy deyatel'nosti studentov pri issledovanii «problemnykh zon» vysshey matematiki. *Razvitie kreativnosti lichnosti v sovremennom mul'tikul'turnom prostranstve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (pp. 3-11). Elets: Eletskiy gosudarstvennyy universitet imeni I.A. Bunina. (In Russ.)
- Dvoryatkina, S. N., Dyakina, A. A., Rozanova, S. A. (2017). Synergy of humanitarian and mathematical knowledge as a pedagogical condition for solving interdisciplinary problems. *Integration of education*, 21(1), 8-18. DOI: 10.15507/1991-9468.086.021.201701.008-018 (In Russ., abstract in Eng.)
- Dvoryatkina, S. N., Rozanova, S. A. (2016). Integrative courses development based on the synergistic approach in solving professional and applied problems. *Yaroslavl pedagogical bulletin*, (6), 127-131. (In Russ., abstract in Eng.)
- Dvoryatkina, S. N., Safronova, T. M. (2019). Active methods of training in mathematics: positive and negative synergetic effects. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovanie*, 1(13), 45-52. (In Russ., abstract in Eng.)
- Dvoryatkina, S. N., Simonovskaya, G. A. (2018). Updating of synergetic effects in "problem zones" of school mathematical education based on the chess game. *Yaroslavl pedagogical bulletin*, 6, 89-97. (In Russ., abstract in Eng.)
- Home - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (2015) (archives-ouvertes.fr) (TWG14: University mathematics education). Praha.

- Hudgins, D. (2010). Teaching Synergistic Integration of Economics and Mathematics. *Journal of Economics and Economic Educational Research*, 11(1), 43-52.
- Kuznetsova T.A., Mironenko E.S., Sirota A.I. and others. (2009). *Vyshshaya matematika*. Moscow: Fizmatlit. (In Russ.)
- Kuzu, O. H. (2020). Digital Transformation in Higher Education: A Case Study on Strategic Plans. *Higher Education in Russia*, 29 (3), 9-23.
- Lithner, J. (2011). University Mathematics Students' Learning Difficulties. *Education Inquiry*, 2(2), 289-303.
- Maracci, M., Cazes, C., Vandebrouck, F., Mariotti, M. (2013). Synergies between theoretical approaches to mathematics education with technology: A case study through a cross-analysis methodology. *Educational Studies in Mathematics*, 84, 461-485.
- Mikhaylov, O. V., Denisova, Ya. V. (2020). Distance learning, contact education, student, teacher, digitalization of education, digital technologies, learning outcomes. *Higher Education in Russia*, 29 (10), 65-76. (In Russ., abstract in Eng.)
- Minina, V. N. (2020). Digitalization of higher education and its social outcomes. *Vestnik of saint Petersburg University. Sociology*, 13 (1), 84-101. (In Russ., abstract in Eng.)
- Ní Shé, C., Mac an Bhaird, C., Ní Fhloinn, E., O'Shea, A. (2017). Problematic topics in first-year mathematics: lecturer and student views. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48 (5).
- Ostashkov, V. N., Smirnov, E. I. (2018). The Synergy of "Problem Zones" research of Basic Concept of "Function limit". *The Humanities and Education*, 9(2), 109-116. (In Russ., abstract in Eng.)
- Pantseva, E. Yu., Shalugina, T. V. (2016). Problema otbora matematicheskogo obrazovaniya v vuze. *Kontsept*, 15, 481-485. Retrieved from <http://e-koncept.ru/2016/96000.htm>. (In Russ.)
- Pentin, A. Yu., Kovaleva, G. S., Davydova, E. I., Smirnova, E. S. (2018). Cience Education in Russia According to the Results of the Timss and Pisa International Studies. *Voprosy obrazovaniya*, 1, 79-107. (In Russ., abstract in Eng.)
- Petrova, N. P., Bondareva, G. A. (2019). Digitalization and digital technologies in education. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 78(5), 353-355. (In Russ., abstract in Eng.)
- Polikarpov, S. A., Rozanova, S. A., Yagola, A. G. [and others]. (2017). Problems of school mathematical education through the eyes of teachers and lecturers of higher education institutions: the results of the polls. *Matematika v shkole*, (2), 36-44. (In Russ., abstract in Eng.)
- Potepalova, A. Yu., Zaytseva, N. V. (2021). Djusting the orientation of an artificial satellite based on reference points on the earth's surface. *Science of Europe*, 1(71), 49-53. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-49-53
- Potepalova, A. Yu., Zaytseva, N. V. (2021). Modelling an algorithm of kalman filtration. *Science of Europe*, 1(70), 35-42. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-70-1-35-42.
- Raykhel'gauz, L. B. (2019). To the question about sustainability of mathematics education. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 78(5), 42-45. (In Russ.)
- Rozanova, S. A., Karapetyan, V. S., Smirnov, E. I. [and others]. (2015) Razvitie motivatsii k izucheniyu matematiki v sovremennom mire. Moscow: RUDN. (In Russ.)
- Rozanova, S. A. (2017). K voprosu o sinergii issledovaniya «problemnykh zon» bazovykh uchebnykh elementov pri prepodavanii matematiki v universitetakh inzhenerno-tehnicheskogo profilya. *Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya. Aktual'nye voprosy, dostizheniya: materialy 7 mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 16 noyabrya 2017* (pp.77-81). Penza: Mezhdunarodnyy Tsentr Nauchnogo Sotrudnichestva (MTsNS) «Nauka i prosveshchenie». (In Russ.)
- Saykili, A. (2019). Higher education in the digital age: The impact of digital connective technologies. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 2(1), 1-15. DOI: 10.31681/jetol.516971.

- Semenov, A. L. (2013). Sostoyanie i perspektivy matematicheskogo obrazovaniya (2013). *Modernizatsiya sistemy obrazovaniya na sovremennom etape*, 139-146. Retrieved from <http://federalbook.ru/files/FSO/soderganie/Tom%209/IV/Semenov.pdf> (In Russ.)
- Smirnov, E. I. (2017). Ynergy of researching "a problem zone" of a basic educational element of mathematical education content. *Yaroslavskiy Pedagogicheskiy Vestnik*, (5), 82–90. (In Russ.)
- Smirnov, E. I., Abaturova, V. S. (2017). Sinergiya "problemnykh zon" kak sredstvo osvoeniya vysshey matematiki. *Chteniya Ushinskogo. Matematika i informatika, astronomiya i fizika, ekonomika i sovershenstvovanie ikh prepodavaniya: Materialy konferentsii* (pp.43-48). Yaroslavl: Yaroslavskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. K.D. Ushinskogo. (In Russ., abstract in Eng.)
- Smirnov, E. I., Smirnov, N. E., Uvarov, A. D. (2017). Stages of technological support of the process of self-organization in the future teacher's mathematical training. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*, 3, 102–111. (In Russ., abstract in Eng.)
- Starichenko, B. E. (2020). Digitalization of education: illusions and expectations. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, 3, 49-58.
- Uvarov, A. Yu, Geybl, E., Dvoretzkaya, I. V. [and others]. (2019). *Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya*. Edited by. A. Yu. Uvarov, I. D. Frumin. Moscow: Izdatel'skiy dom Vysshey shkoly ekonomiki. (In Russ.)
- Zadadaev, S. A. (2018). The digitalization of teaching basic mathematics. *Sovremennaya matematika i koncepcii innovacionnogo matematicheskogo obrazovaniya*, 5(1), 308-314. (In Russ.)
- Zykova, T. V., Kuznetsova, I. V., Tikhomirov, S. A., Smirnov, E. I. (2017). Selection criteria of training content in mathematics of students of teacher training university on the basis of the synergetic approach. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*, 5, 75-81. (In Russ., abstract in Eng.)