ISSN 2713-2730

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Научно-теоретический журнал

ВЕСТНИК

Набережночелнинского государственного педагогического университета

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

NATURAL SCIENCES

Scientific and theoretical journal

BULLETIN

of Naberezhnye Chelny state pedagogical University

2022 / 8 (43)

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Научно-теоретический журнал

ВЕСТНИК

Набережночелнинского государственного педагогического университета

№8 (43) • Декабрь • 2022

Scientific and theoretical journal

BULLETIN

of Naberezhnye Chelny state pedagogical University

№8 (43) • December • 2022

Набережные Челны – 2022

Научно-теоретический журнал

ВЕСТНИК

Набережночелнинского государственного педагогического университета

ISSN: 2713-2730 №8 (43) • Декабрь • 2022

Издается с 1995 г. До 2016 года назывался «Вестник НГПИ»

Учредитель: ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет»

Адрес редакции и издательства: 423806, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, ул. Низаметдинова Р.М., д. 28

Контактные телефоны: (8552) 46-62-16; 46-49-15. Факс: (8552) 46-97-06. E-mail: rio@tatngpi.ru (с пометкой «Вестник НГПУ»).
ISSN: 2713-2730. Полнотекстовая версия выпуска размещена в свободном доступе в Российской универсальной библиотеке (РУНЭБ) elibrary.ru

Подписано в печать 15.02.2023. Формат 60х90 1/8. Усл. печ. л. 3. Тираж печатный: 100 экз.
Отпечатано в ЦИТ ФГБОУ ВО «НГПУ». При цитировании ссылка на журнал обязательна.

Scientific and theoretical journal

BULLETIN

of Naberezhnye Chelny state pedagogical University

ISSN: 2713-2730 №8 (43) • December • 2022

Published since 1995. It was called "Bulletin of NGPI» up to 2016

Founders: Naberezhnye Chelny State Pedagogical University

Address of the Editorial Ofce and the Publisher: 28, Nizametdinova Street, Naberezhnye Chelny, 423806

Phone: (8552) 46-62-16; 46-49-15. Fax: (8552) 46-97-06. E-mail: rio@tatngpi.ru (with a mark «Vestnik NGPU»).
ISSN: 2713-2730 The full-text version of the edition is placed in free access in the Russian Scholarly Electronic Library (RUNEB): elibrary.ru

Signed in for printing 15.02.2023. Format: 60x90 1/8.Printing l. 3. Run of 100 copies (Print). Printed in ITC of Naberezhnye Chelny State Pedagogical University. When quoting, a reference to the journal is obligatory.

Содержание:

БИОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

BIOLOGY AND LIFE SAFETY

ГЕОГРАФИЯ И МЕТОДЫ ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ

GEOGRAPHY AND METHODS OF ITS TEACHING

МАТЕМАТИКА И МЕТОДЫ ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ

MATHEMATICS AND METHODS OF ITS TEACHING

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

NATURAL SCIENCE

БИОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 371.71

Медведев Д.В., Гайфутдинова Т.В.

Пути формирования системы экологической безопасности образовательного учреждения

Экологическая безопасность представляет собой важное звено в общей системе комплексной безопасности образовательного учреждения. В настоящее время активно развиваются три основных ее направления, призванные обеспечить безопасность организации и осуществления педагогического процесса и его участников.

Ключевые слова: экологическая безопасность, образовательное учреждение, окружающая среда

BIOLOGY AND LIFE SAFETY

Medvedev D.V., Tatyana V. Gaifutdinova

Ways of Forming the Environmental Safety System of an Educational Institution

Environmental safety is an important link in the overall system of integrated safety of an educational institution. At present, its three main directions are actively developing, designed to ensure the safety of the organization and implementation of the pedagogical process and its participants.

Keywords: environmental safety, educational institution, environment

Для обеспечения безопасности педагогической деятельности в настоящее время активно развивается новое направление в педагогической науке – это педагогика безопасности. Главные решаемые вопросы относятся к созданию и функционированию системы комплексной безопасности образовательного учреждения, которая включает в себя: 1) систему защиты от террористических и криминальных угроз; 2) обеспечение пожарной и транспортной безопасности; 3) электробезопасность; 4) информационную безопасность; 5) экологическую безопасность; 6) психологическую и дидактическую безопасности [5]. Все перечисленные виды тесно взаимосвязаны и определяют всесторонний и комплексный подход в организации безопасности.

Экологическая безопасность, как элемент общей безопасности образовательного учреждения, с одной стороны, предусматривает меры по обеспечению безопасности окружающей среды и соответствия образовательного учреждения предъявляемым экологическим требованиям, а с другой – создание и функционирование системы здоровьесбережения в педагогическом процессе. Ее рассматривают также как значимый элемент национальной безопасности [7]. В настоящее время определены три основных научных направления по формированию понятия «экологическая безопасность образовательного учреждения» (по Даржаа А.А., 2020):

1) образовательное учреждение рассматривается как природопользователь;
2) образовательное учреждение оценивается с точки зрения воздействия на него антропогенных источников (акустическая нагрузка, загрязнение воздуха, границы санитарно-защитной зоны и ее нарушение)
3) образовательное учреждение рассматривается как организационно-технический фундамент психолого-педагогических условий, способствующих развитию личности, оптимального взаимодействия с окружающей средой [3].

Анализ литературы показывает, что разработаны различные методики оценки экологической безопасности образовательного учреждения. Так, например, на основе системы объективных критериев, состоящей из 19 факторов, была проведена оценка состояния внешней и внутренней экологической среды дошкольных образовательных учреждениях, учреждений дополнительного образования, а также высшего профессионального образования. Средние показатели свидетельствуют, что на 60-70% оценено соответствие факторов нормативным правовым документам [8]. Наиболее высокие показатели относятся к учреждениям высшего профессионального образования. Анализ факторов, представленных в статье как система объективной оценки, показывает, что все они относятся к первому научному направлению развития экологической безопасности, согласно которому образовательное учреждение рассматривается как природопользователь.

В статье Доломановой В.О. был предложен критерий экологической оценки учебных помещений – это инструментальное измерение коэффициента пульсации приборов. В методике учитывается размер изучаемого помещения и определяется количество точек для измерения. По результатам проведения экологической оценки было получено превышение допустимой нормы пульсации приборов в 1,5 – 3,5 раза. Максимальное превышение показало изучение пульсации электронной доски в учебном кабинете. Автор статьи обращает особое внимание на негативное влияние пульсации искусственного света на зрение и нервную систему человека. Симптомами такого влияния являются: а) повышенная утомляемость, б) сухость и боль в глазах, в) головные боли и раздражительность.

При длительном воздействии пульсации приборов может приводить к возникновению хронических заболеваний, таких как: мигрень, депрессия, а у подростков – задержки гормонального развития [4]. Эта методика оценки экологической безопасности следует отнести ко второму направлению, при котором образовательное учреждение оценивается с точки зрения воздействия на него антропогенных источников.

Практическая реализация третьего направления формирования экологической безопасности в процессе обучения и воспитания в школе представляет собой внедрение системы здоровьясбережения детей и педагогов. В отечественной практике выделяются три основных направления развития здоровьесберегающего образования (таблица).

Таблица

Направления развития здоровьесберегающего образования в России (по Науменко Ю.В., 2014)

Название направления	Авторы-исследователи	Отличительные особенности
Школа как образовательно-оздоровительный центр	Базарный В.Ф., Дегтярев Е.А., Зайцев Г.К., Касаткин В.Н.	Деятельность направлена на всех участников образовательного процесса. Структурный элемент – медико-валеологическая служба
Школа как образовательный центр, сохраняющий здоровье детей	Безруких М.М., Кузнецова И.В., Сонькин В.Д., Харисов Ф.Ф.	Деятельность направлена на учащихся. Структурный элемент – медико-психологический консилиум по согласованию действий
Адаптивная школа	Капустин Н.П., Третьяков П.И., Шамова Т.И., Ямбург Е.А.	Деятельность направлена на учащихся. Структурный элемент – медико-психолого-педагогический консилиум по созданию адаптированной образовательной среды

Общими положениями для всех направлений является: 1) использование в практике работы образовательного учреждения медико-гигиенических, физкультурно-оздоровительных и лечебно-оздоровительных технологий; 2) образование структурного элемента, интегрирующий здоровьесберегающую деятельность школы. Следует обратить внимание, что только школа как образовательно-оздоровительный центр включает в процесс своей работы вопросы здоровьесбережения не только детей, но и педагогов.

Об актуальности широкого внедрения здоровьесберегающих технологий в процесс работы общеобразовательных школ свидетельствуют результаты мониторинга за здоровьем учащихся и педагогов. Из-за интенсификации учебного процесса, увеличения количества уроков и сокращения длительности перемен, подготовки к ОГЭ и ЕГЭ в выпускных классах, современные школьники живут в условиях ощущения недостатка времени. При этом 80-90% учащихся недосыпают 1,5-2 часа [2]. Нарушение физиологических ритмов развивающегося организма, гиподинамия приводят к формированию у детей синдрома утомления, который трансформируется со временем в синдром прижизненной мумификации тела [1]. Не меньше опасений вызывает и здоровье педагогов: у 70-90% учителей отмечаются признаки профессионального выгорания и психосоматическая патология. Многие педагоги имеют нагрузку, превышающую ставку 18 часов, иногда более, чем в два раза. Стремление отдельных преподавателей при этом избежать «растраты себя» приводит к возникновению профессиональных деструкций (профессионального цинизма, эмоционального и физического отчуждения и др.), которые негативно влияют на здоровье учащихся. В результате исследований было выявлено, что в классе, где работает внимательный, доброжелательный и спокойный учитель текущая заболеваемость детей в 3 раза ниже и в 1,5 раза меньше число возникающих неврологических расстройств [6].

Для комплексного решения проблем здоровьесбережения в образовательных учреждениях разработана базовая модель деятельности школы, включающая семь основных направлений: 1) здоровьесберегающая инфраструктура образовательного учреждения; 2) рациональная организация учебного процесса; 3) организация физкультурно-оздоровительной работы с учащимися; 4) организация просветительско-воспитательной работы с учащимися; 5) организация системы просветительской и методической работы с педагогами и родителями; 6) организация профилактики состояния «нездоровье»; 7) динамическое наблюдение за состоянием здоровья школьников во всех его проявлениях [7]. Так как в научной литературе представлено в основном описание факторов, влияющих на экологическую безопасность образовательного процесса и на сохранение здоровья детей, представленная выше модель деятельности школы может стать основой для формирования критериев оценки уровня обеспечения здоровьесбережения в отдельном образовательном учреждении.

Литература:

1. Базарный, В.Ф. Деструктивные влияния современного учебного процесса на телесное здоровье ребенка / В.Ф. Базарный // Школьные технологии, 2004. - №3. – С.17-22.
2. Безруких, М.М. Здоровье школьников, проблемы, пути решения / М.М. Безруких // Сибирский педагогический журнал, 2012. - № 9. – С. 11-16.
3. Даржаа, А.А. Оценка экологической безопасности размещения образовательного учреждения (на примере МБОУ СОШ № 30 г. Абакана) / А.А. Даржаа // Адаптация детей и молодежи к современным социально-экономическим условиям на основе

здоровьесберегающих технологий. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Абакан, 2020. – С. 128-130.
4. Доломанова, В.О. Измерение коэффициента пульсации приборов как критерий экологической оценки учебных помещений / В.О. Доломанова // Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки и образования. Материалы Всероссийской научно-практической юбилейной конференции с международным участием, 2018. – С. 109-118.
5. Крикунов, К.Н. Комплексная безопасность образовательного учреждения / К.Н. Крикунов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки, 2012. - № 26 (285). – С. 128-130.
6. Малярчук, Н.Н. Реальные пути преодоления факторов, негативного влияющих на здоровье детей и подростков в образовательных учреждениях / Н.Н. Малярчук // Инновационные проекты и программы в образовании, 2014. - №6. – С. 49-54.
7. Науменко, Ю.В. Методология, концепция и технология здоровьеформирующего образования / Ю.В. Науменко // Отечественная и зарубежная педагогика, 2013. - № 5 (14). – С.115-146.
8. Сафронов, В.В. Система экологических факторов как основа комплексной оценки безопасности образовательного учреждения / В.В. Сафронов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета, 2011. - №2 (16). – С. 401-405.

Об авторах:

Гайфутдинова Татьяна Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры географии, биологии и методики их преподавания, ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», Набережные Челны, Россия, tv-geo@mail.ru

Медведев Дмитрий Валерьевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», Набережные Челны, Россия, medvedevdmitry@bk.ru

About the autors:

Gaifutdinova Tatiana, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, Biology and Methods of Your Teaching, Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia

Medvedev Dmitriy, Master student, Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia

ГЕОГРАФИЯ И МЕТОДЫ ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 372.891

Киямова А.Г., Сафаргалина Р.А.

Изучение населения экономических районов в курсе «География России»

Изучение населения, как главной производительной силы экономических районов, является актуальным вопросом курса «География России». Общая характеристика населения России формирует основу для изучения населения экономических районов. В работе рассматриваются основные приемы изучения населения экономических районов на уроках и во внеурочное время.

Ключевые слова: школьные курсы географии, учебник, экономический район, население, урок, практическая работа

GEOGRAPHY AND METHODS OF ITS TEACHING

Ania G. Kiyamova, Ramilya A. Safargalina

Studying the Population of Economic Areas in the Course «Geography of Russia»

The study of the population as the main productive force of economic regions is an urgent issue of the course «Geography of Russia». The general characteristics of the Russian population form the basis for studying the population of economic regions. The paper discusses the main methods of studying the population of economic areas in the classroom and outside of school hours.

Keywords: school geography courses, textbook, economic district, population, lesson, practical work

География изучает общество, природу и взаимосвязи между ними комплексно. Но современную географию невозможно представить без человека, без отношения к человеку. География изучает пространственный аспект человеческой деятельности. Повышение роли человека в обществе привело к гуманизации географии [4]. Тем самым, становится актуальным вопрос изучения населения в школьных курсах географии.

В курсе «География России» в разделе «Регионы России» изучаются особенности природно-ресурсного потенциала, населения и хозяйства регионов России. Основой изучения данных вопросов является общая характеристика России, где учащиеся ознакомились с основными понятиями, методами исследования, типовыми планами изучения населения и отраслей хозяйства, а также географией их размещения [3].

При этом, изучение населения является центральным в установлении внутридисциплинарных связей в данном курсе, а принципы гуманизации, социологизации и культурологический принцип играют большую роль в содержании всего курса [2].

В учебниках географии России при изучении населения рассматриваются такие вопросы, как численность населения, естественный прирост, половозрастная структура населения, народы России, основные языковые семьи и религии, плотность населения, урбанизация и миграция. Многие учебники оснащены современными статистическими данными, что делает их актуальными на данный момент. Например, в учебнике географии для 9 класса (автор А.И. Алексеев) [1] представлена подробная информация о географических районах России, включая население данных районов. Он дает широкие возможности в описании порайонных различий населения нашей страны. Также описываются исторические особенности заселения географических районов и современные тенденции развития населения.

Таким образом, в курсе «География России» сначала дается общая характеристика населения страны с его основными характеристиками, а при изучении регионов раскрываются особенности населения каждого экономического района.

Усвоение знаний о населении экономических районов будет успешным, если в обучении будут использованы приемы и формы работы, позволяющие изучить его во всем ее многообразии и целостности. Подробнее рассмотрим их.

Изучение населения начинается с ознакомления численности населения и динамики численности населения. Для этих целей учащимся предлагаем практическое задание по составлению графика, показывающего динамику численности населения с последующим его анализом. В ходе изучения естественного движения населения экономического района учащимся предлагаем задания по расчету демографических коэффициентов: рождаемости, смертности и естественного прироста. В этих целях используем данные, взятые с официального сайта Федеральной службы государственной статистики. Напоминаем учащимся о необходимых для решения задачи формулах.

На изменение численности населения, возрастного состава непосредственное влияние оказывает и миграция.

При изучении миграции населения экономического района важно вспомнить ключевые понятия, только потом приступить к выполнению конкретных заданий. Можно выполнить задания по расчету сальдо миграции и величины миграционного прироста. Важным моментом является выявление причин миграции. Для более подробного анализа можно учащимся дать опережающее задание по подготовке сообщений на эту тему.

При изучении половозрастной структуры населения, учащимся предлагаем задания по определению особенностей половозрастной структуры населения экономического района или его отдельных субъектов. Анализ выполняется по следующему плану: 1) преобладание возрастных групп; 2) общая продолжительность жизни; 3) соотношение различных возрастных групп; 4) соотношение полов в общем составе и в различных возрастных группах; 5) доля лиц молодого возраста (уровень рождаемости); 6) срезы на пирамиде; 7) тип воспроизводства населения.

Изучение национального и религиозного состава населения экономического района целесообразно начать с нового материала об особенностях состава и размещения народов. Характеристика населения содержит данные о его национальном составе, при этом указываются названия наиболее многочисленных народов, а в некоторых случаях и территория их современного расселения. При рассмотрении национального состава даются данные о языковых группах, к которым принадлежат населяющие экономический район национальности, а также интересные факты, характеризующие их культурное развитие.

При изучении данного вопроса также можно использовать задания по заполнению таблицы на основе анализа карт «Национальный состав населения России», «Религиозный состав населения России». Актуальным будет задание на составление сравнительной характеристики, раскрывающей особенности этнического состава населения двух субъектов экономического района. Для систематизации знаний можно заполнить таблицу «Национальный и религиозный состав населения района», где указываются субъекты, народы и религии.

При изучении процессов размещения населения и урбанизации важно использовать статистические данные о доле городского населения района, численности крупных городов, о средней плотности населения в разных его частях. Эти данные учитываются в суждениях обучающихся о степени обеспеченности района трудовыми ресурсами.

Работа по подготовке презентаций, сообщений и докладов о населении России и экономических районов имеет важное значение в углублении знаний учащихся. Актуальным будет задание по подготовке докладов и презентаций о городах или субъектах экономического района. После изучения выше перечисленных характеристик населения экономического района рассматриваются вопросы об уровне материального благосостояния населения; условиях жизни и окружающей среды. В этих целях предлагаем следующие вопросы для обсуждения:

1. Конституция Российской Федерации закрепила положение о том, что высшая цель общественного производства в нашей стране - наиболее полное удовлетворение возрастающих материальных и духовных потребностей людей. Приведите примеры улучшения благосостояния населения определенного субъекта или города.
2. Подберите примеры, раскрывающие такие признаки трудовых ресурсов, которые оказывают влияние на размещение и развитие отдельных отраслей хозяйства.
3. Используя дополнительные материалы, охарактеризуйте трудовые навыки населения по плану: а) профессии, преобладающие в современном хозяйстве; б) старые навыки и их применение; в) народные промыслы.

Для более полноценного понимания и изучения населения регионов России в 9 классе, было бы уместно использовать исследовательский метод. В ходе изучения экономических районов, учащиеся могут также выполнить проектные работы, например, на тему «Культура и традиции народов экономического района», «Образ жизни малых народов» и другие. В завершении изучения населения экономических районов можно организовать урок – дискуссию на тему «Демографическая ситуация в городах экономического района», «Проблемы крупных и малых городов».

Итак, рассмотрим основные требования к изучению населения экономических районов.

1. Использование в работе актуальной современной статистической информации о населении экономического района. Главная цель здесь не только в запоминании величины, а в выполнении анализа и установлении соответствующих выводов. Задача учителя научить учащихся различным приемам работы с ними. В процессе изучения населения регионов необходимо приучать учащихся к выборке данных о населении из различных источников, например, из статистических таблиц, приложений к учебному пособию.
2. Необходимо научить учащихся чтению, анализу, а также составлению графиков, диаграмм, схем.
3. Целесообразно использовать прием классификации при рассмотрении народов, а также городов по разным признакам.
4. Внедрение на практику решение демографических задач на основе статистических материалов. Это дает возможность делать самостоятельные выводы о развитии демографических процессов в стране или экономическом районе. Использование упражнений расчетного характера при изучении населения также помогают готовить учащихся к итоговой аттестации (ОГЭ и ЕГЭ). Поэтому одним из приемов организации домашней самостоятельной работы является решение задач ОГЭ или ЕГЭ для закрепления знаний по населению России и экономических районов.
5. Работа с учебником остается традиционно важным приемом работы при изучении населения экономических районов. Задача современного учителя состоит в том, чтобы научить детей учиться, в том числе приемам работы с учебником. Наиболее простой формой работы является комментированное чтение текста параграфа. Что нового вы узнали? Как выделены новые понятия? Также полезной формой работы является подготовка устных и письменных ответов к параграфу. Работу с терминами по учебнику также можно использовать при изучении населения экономических районов. Например, найти в тексте учебника факты, подтверждающие демографическую ситуацию в экономическом районе, выявленную по картам атласа.
6. При изучении населения экономического района также важна работа с картами атласа. В атласах

представлены карты: «Плотность населения», «Национальный и религиозный состав населения», «Качество жизни населения». Необходимо приучать учащихся к чтению и анализу данных карт.

7. Чтение таблиц – актуальный и нужный прием работы при изучении населения России и экономических районов. При изучении населения экономических районов можно использовать также таблицы «Крупнейшие города», «Национальный состав населения» и др.
8. Составление характеристики населения по типовым планам. В ходе уроков обучающиеся должны закрепить умение характеризовать население экономического района по типовому плану на основе статистических данных и карт и давать оценку его трудовых ресурсов. Характеристика должна содержать абсолютные или относительные показатели населения. Включение таких количественных показателей создают у учащихся конкретные представления о населении экономического района и открывают возможности для сравнения населения отдельных субъектов.
9. При изучении населения экономических районов также можно организовать работу на контурных картах. Например, можно обозначить на контурной карте границы экономического района, соседние регионы; ареалы проживания титульных народов, историко-культурные и природные достопримечательности района и т.д. Составление картодиаграммы по плотности размещения населения, обозначение крупнейших городов и городов – миллионеров также выполняются на контурных картах. Контурные карты можно использовать и для проверки знаний учащихся. Это могут быть географические диктанты, практические работы на картах и т.д.
10. Большое значение имеет проведение дискуссий. В ходе изучения населения России и отдельных районов важно организовать дискуссии на тему «Демографическая ситуация в городах Поволжья», «Население России», «Население Поволжья», «Деревни и села России: современные тенденции» и на другие актуальные темы сегодняшнего дня.
11. Подготовка презентаций, докладов, сообщений. Данная форма работы может быть предложена в качестве альтернативного домашнего задания. В теме «Население России» можно дать презентации на тему «Коренные малочисленные народы Севера России», «Народные промыслы». При изучении экономических районов учащиеся могут подготовить презентацию о каждом районе или населении района.
12. Проектные работы об образе жизни, быте, традициях народов данной территории как форма внеурочной деятельности. В ходе изучения экономических районов учащиеся могут выполнить проектные работы на различные темы, например, на тему «Культура и традиции народов России». При изучении регионов России предлагается практическая работа «Сравнение человеческого капитала двух географических районов (субъектов Российской Федерации) по заданным критериям».

Таким образом, на примере изучения населения экономических районов в курсе «География России» были разработаны методические рекомендации, направленные на определение наиболее успешных приемов работы с обучающимися.

Подводя итоги нужно отметить, что вопросы изучения человека и человеческого капитала остаются ключевыми вопросами географии. Знания о населении составляют важную часть географического образования. Изучение населения является важным этапом в познании обучающимися человеческого общества.

Литература:

1. География. 9 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / А.И. Алексеев. – 7-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 2019. – 239 с.
2. Методика обучения географии : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. А. Таможняя, М.С. Смирнова, И.В. Душина ; под общ. ред. Е. А. Таможней. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 321 с.
3. Примерная основная образовательная программа основного общего образования. – М. : Просвещение, 2022. – 1418 с.
4. Сараева, А.М. Методика изучения населения в географии / А.М. Сараева, Л.В. Суханов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ): электрон. журнал. – 2015. – № 3-1 (12). – (Педагогические науки). – С. 125-128. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27497095

Об авторах:

Киямова Ания Галиакбаровна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра географии, биологии и методик их преподавания, ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», г. Набережные Челны, Россия, Ania.kiamova@yandex.ru

Сафаргалина Рамиля Асгатовна, преподаватель, Индустриально-педагогический колледж, ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», Набережные Челны, Россия, safar.ram@mail.ru

About the autors:

Aniya Kiyamova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Geography, Biology and Methods of Their Teaching, Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia

Safargalina Ramilya, Teacher, Industrial and Pedagogical College of the Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia

МАТЕМАТИКА И МЕТОДЫ ЕЕ ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК: 591.65

Шакиров И.А.

Аппроксимационная задача, связанная с приближением константы Лебега оператора Фурье

Константа Лебега L_n классического оператора Фурье равномерно приближается логарифмическо-дробно-рациональной функцией. Коэффициент при рациональной дроби определяется из условия совпадения аппроксимируемой и аппроксимирующей функций на концах их общей области определения, при этом соответствующий остаточный член имеет неопределенное (немонотонное) поведение. Полученные результаты по аппроксимации L_n усиливают известные результаты.

Ключевые слова: константа Лебега оператора Фурье, дробно-рациональная функция, асимптотическая формула, двусторонняя оценка константы Лебега, экстремальная задача, погрешность аппроксимации

MATHEMATICS AND METHODS OF ITS TEACHING

Iskander A. Shakirov

Approximation Problem Related to the Approximation of the Lebesgue Constant of the Fourier Operator

The Lebesgue constant L_n of the classical Fourier operator is approximated uniformly by a logarithmic-fractional-rational function. The coefficient for a rational fraction is determined from the condition of coincidence of the approximated and approximating functions at the ends of their common domain of definition; in this case, the corresponding residual term has an indefinite (non-monotonic) behavior. The obtained L_n approximation results enhance the known results.

Keywords: Lebesgue constant of the Fourier operator, fractional rational function, asymptotic formula, two-way estimation of the Lebesgue constant, extreme problem, approximation error

Сходимость частичных сумм $S_n(x;t),\ t\in\widetilde{T}=[0,\ 2\pi]$ ряда Фурье к исходной функции $x=x(t)$ определяется поведением константы Лебега

$$L_n=\frac{2}{\pi}\int_0^{\pi/2}\frac{|\sin(2n+1)t|}{\sin t}dt \quad\vee\quad L_{n/2}=\frac{2}{\pi}\int_0^{\pi/2}\frac{|\sin(n+1)t|}{\sin t}dt\,,\quad n\in\mathrm{N}_0=\mathrm{N}\cup\{0\}, \tag{1}$$

где $L_n=\|S_n\|,\quad S_n: C_{2\pi}\to C_{2\pi},\quad C_{2\pi}=\{x(t)\,|\ x(t)\in C[0,\ 2\pi],\ x(0)=x(2\pi)\}$. Оператор Фурье, определенный в различных пространствах, его свойства, характеристики подробно изучены А. Лебегом, Л. Фейером, Э. Ландау, Г. Сеге, Г. Харди, Й. Фаваром, Дж. Литтлвудом, А. Зигмундом, Ю. Марцинкевичем и другими зарубежными авторами. Существенный вклад в развитие данного направления внесли и вносят советские и российские математики С.Н. Бернштейн, А.Н. Колмогоров, С.М. Никольский, И.П. Натансон, Н.К. Бари, А.Ф. Тиман, Н.П. Корнейчук, С.Б. Стечкин, П.К. Суетин, П.Л. Ульянов, С.А. Теляковский, В.М. Тихомиров, Ю.Н. Субботин, А.И. Степанец, Б.С. Кашин, С.В. Конягин, а также их многочисленные ученики и последователи.

Еще в первой половине двадцатого века для (1) были установлены следующие формулы:

$$L_n=\frac{4}{\pi^2}\ln n+O(1),\quad n\to\infty \ \text{(Л. Фейер [1], 1910);} \tag{2}$$

$$L_n=\frac{1}{2n+1}+\frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{k}tg\frac{\pi k}{2n+1},\quad n\in\mathrm{N} \ \text{(Л. Фейер [2], 1911);} \tag{3}$$

$$L_n=\frac{16}{\pi^2}\sum_{k=1}^{\infty}[\frac{1}{4k^2-1}\sum_{m=1}^{k(2n+1)}\frac{1}{2m-1}],\quad n\in\mathrm{N} \ \text{(Г. Сеге [3], 1921);} \tag{4}$$

$$L_n=4\int_0^{\infty}\frac{th((2n+1)t)}{th t}\cdot\frac{dt}{\pi^2+4t^2}\ ,$$

$$L_n=\frac{4}{\pi^2}\int_0^{\infty}\frac{sh((2n+1)t)}{sh t}\cdot\ln[cth((n+0.5)t)]dt,\quad n\in\mathrm{N} \ \text{(Г. Харди [4], 1942).} \tag{5}$$

Асимптотическая формула (2) содержит неопределенную ограниченную величину $O(1)$, а формулы (3)-(5) при конечных значениях аргумента n сложны для приближенных вычислений значений L_n. Эти и другие проблемы решались путем изучения поведения разностей $L_n-(4/\pi^2)\ln n,\quad L_{n/2}-(4/\pi^2)\ln(n+1),\quad L_{n/2}-(4/\pi^2)\ln(n+2)$. В 1930 году Г. Ватсоном [5] было установлено асимптотически точное равенство

$$L_{n/2}=\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1)+c_0+o(1),\quad n\to\infty \qquad (c_0=\frac{8}{\pi^2}\sum\nolimits_{k=1}^{\infty}\frac{\ln k}{4k^2-1}+\frac{4}{\pi^2}(\gamma+\ln 4))\,, \tag{6}$$

где $\gamma=0.577215664\cdots$, $c_0=0.989431273\ \cdots$ – константы Эйлера и Ватсона. На основе формулы (6) П.В. Галкин [6], затем В.И. Жук и Г.И. Натансон [7, с. 183], [8] для константы L_n получили двусторонние оценки вида

$$1-\frac{4}{\pi^2}\ln 2+\frac{4}{\pi^2}\ln(n+2)\le L_{n/2}<c_0+\frac{4}{\pi^2}\ln(n+2)\quad (\delta_1\overset{def}{=}c_0-1+\frac{4}{\pi^2}\ln 2=0.27035324\cdots),$$

$$c_0+\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1)<L_{n/2}\le 1+\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) \qquad (\delta_3\overset{def}{=}1-c_0=0.010568726\cdots),$$

существенно уточняющие известное [9, с. 255-258] неравенство

$$\frac{1}{3}+\frac{4}{\pi^2}\ln n<L_n<3+\frac{4}{\pi^2}\ln n,\quad n\in\mathrm{N} \qquad (\delta_3\overset{def}{=}3-1/3=8/3)\,.$$

Значения константы Лебега в них находятся между двумя логарифмическими функциями, то есть в «коридорах шириной δ_1, δ_2, δ_3 ». Эти величины являются качественными характеристиками равномерной аппроксимации константы (1) логарифмическими функциями, другими словами, в них отклонения полусумм верхней и нижней логарифмических функций от L_n оцениваются сверху величинами $\delta_1/2,\quad \delta_2/2,\quad \delta_3/2$.

В работах автора [10]-[14] была введена и исследована функция погрешности (остаточный член) общего вида

$$O_n(a,\ b)=L_n-\frac{4}{\pi^2}\ln(n+a)-b,\quad n\in\mathrm{N}\quad ((a,\ b)\in\Omega=A\times B=[0,\,1]\times[0,\,1.5])\,, \tag{7}$$

зависящая от двух параметров a, b. Из результатов этих работ следует, что

а) в приближенной формуле

$$L_n\approx(4/\pi^2)\ln(n+a)+b,\qquad n\in\mathrm{N}\qquad ((a,b)\in\Omega,\quad a\in A=[0,1],\quad b\in B=[0,1.5]) \tag{8}$$

оптимальные значения параметров следует искать лишь в области Ω ;
б) в ее подобластях

$$\Omega^{\downarrow}=A^{\downarrow}\times B \qquad (A^{\downarrow}=[0,\ 1/2]\subset A)\,,$$

$$\Omega^{\uparrow}=A^{\uparrow}\times B \qquad (A^{\uparrow}=[a^{\uparrow},\ 1]\subset A,\quad a^{\uparrow}=-1+0.5\,[\exp(2/7)\ -1]^{-1}=0.511888596\cdots)\,,$$

$$\widetilde{\Omega}=\widetilde{A}\times B \qquad (\widetilde{A}=(0.5,\ a^{\uparrow})\subset A)$$

функция погрешности (7) соответственно строго убывает [12], строго возрастает [13] и имеет неопределенное (немонотонное) поведение [14];
в) для экстремальных величин

$$E^{\downarrow}=\inf_{(a,\,b)\in\Omega^{\downarrow}}\sup_{n\in\mathrm{N}}\left|O_n(a,\ b)\right|,\quad E^{\uparrow}=\inf_{(a,\,b)\in\Omega^{\uparrow}}\sup_{n\in\mathrm{N}}\left|O_n(a,\ b)\right|,\quad \widetilde{E}=\inf_{(a,\,b)\in\widetilde{\Omega}}\sup_{n\in\mathrm{N}}\left|O_n(a,\ b)\right|$$

имеют место соотношения

$$E^{\downarrow}=0.00065453\cdots\,,\qquad E^{\uparrow}=0.00094522\cdots,\qquad \widetilde{E}<\widetilde{\varepsilon}_1=0.000317632\cdots\ ; \tag{9}$$

г) для наилучшего приближения

$$E=\inf_{(a,\,b)\in\Omega}\sup_{n\in\mathrm{N}}\left|O_n(a,\ b)\right|\qquad (\Omega=\Omega^{\downarrow}\cup\widetilde{\Omega}\cup\Omega^{\uparrow},\quad \Omega^{\downarrow}\cap\widetilde{\Omega}\cap\Omega^{\uparrow}=\varnothing)\,,$$

позволяющего судить об аппроксимативных качествах произвольно выбранного логарифмического приближения (8), установлена [14] наилучшая среди (9) оценка вида $E \le \tilde{E} < 0.000317633$.

Другой подход к построению асимптотической формулы и получению двусторонней оценки для L_n приводится в работах китайских математиков [15]-[17] (см. также литературу в них). В них существенно используется асимптотическая формула (6), в правой части которой величина $o(1) = \sum_{r=1}^{\infty} (-1)^{r-1} c_r \,/\, (n+1)^{2r}$ (c_r – коэффициенты, выраженные через числовые ряды и числа Бернулли, см. формулы (5)-(7) в [5]) приближенно заменяется конечной суммой вида ε_n^m (дробно-рациональной функцией), что приводит к приближенной формуле

$$L_{n/2} \approx \frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) + c_0 + \varepsilon_n^m, \quad n \in \mathrm{N}_0 \qquad (\mathrm{N}_0 = \mathrm{N} \cup \{0\}, \quad L_0 = 1) \;, \tag{10}$$

где $\varepsilon_n^m \overset{def}{=} \varepsilon(n;\, d_0,\, d_1, \cdots, d_{m-1}) = \sum_{k=1}^{m} \frac{(-1)^{k-1} d_{k-1}}{(n+1)^{2k}} \qquad (o(1) = \varepsilon_n^m + O(1/(n+1)^{m+1})$.

В указанных выше работах ими получены следующие результаты:

- в [15] установлена оценка

$$\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) + c_0 + \frac{d_0}{(n+1)^2} - \frac{d_1}{(n+1)^4} < L_{n/2} < \frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) + c_0 + \frac{d_0}{(n+1)^2} - \frac{d_1}{(n+1)^4} + \frac{d_2}{(n+1)^6} \;,$$

где d_0 , d_1, d_2 – вполне определенные коэффициенты, значения $L_{n/2}$ $(n \in \mathrm{N}_0)$ находятся между указанными функциями с «шириной коридора», равной $\delta_4 \overset{def}{=} \sup_{n \in \mathrm{N}_0} \frac{d_2}{(n+1)^6} = d_2 = 0.002117732\cdots$;

- в работе [16] приводится более общее неравенство

$$\sum_{k=1}^{2m} \frac{\lambda_k}{(n+1)^{2k}} < L_{n/2} - \frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) - c_0 < \sum_{k=1}^{2m+1} \frac{\lambda_k}{(n+1)^{2k}} \qquad (n,\; m \in \mathrm{N}_0),$$

в котором λ_k выражены через конкретные конечные суммы, где

$$\delta_5 \overset{def}{=} \sup_{n \in \mathrm{N}_0} \frac{\lambda_{2m+1}}{(n+1)^{4m+2}} = \lambda_{2m+1} \qquad (m = 0 \;\Rightarrow\; \lambda_1 = 0.011991900\cdots; \quad m = 1 \;\Rightarrow\; \lambda_3 = 0.001042058\cdots;$$

$$m = 2 \;\Rightarrow\; \lambda_5 = 0.002043296\cdots; \quad \lambda_k \;\; \textit{определены в} \;\; (3.8)\;\; [17]) \,.$$

Такой подход к аппроксимации константы Лебега имеет некоторые издержки, например,

1) правая часть приближенной формулы (10) имеет сложную логарифмическо-дробно-рациональную структуру с подлежащими определению коэффициентами $d_0,\; d_1, \cdots, d_{m-1} \quad (m \in \mathrm{N})$;

2) в формуле (10) аргумент $n+1$ логарифмической функции непосредственно взят из формулы Г. Ватсона (6), при этом влияние других аргументов вида $an+b \;\; (a,\; b - const)$ на качество аппроксимации не изучено;

3) оптимальность выбранного в (10) аргумента логарифма не обоснована и др.

Используя свойства логарифмической и рациональной аппроксимаций [10]-[15] в рамках данной работы получены следующие результаты:

- константа Лебега аппроксимирована простейшей логарифмическо-дробно-рациональной функцией вида

$$L_n \approx \frac{4}{\pi^2}\ln(n+a) + b + \frac{d}{(n+a)^2} \overset{def}{=} y_n, \quad n \in \mathrm{N} \qquad (y_n = y_n(a,\; b,\; d)\,), \tag{11}$$

с подлежащими определению константами $a,\; b,\; d$ из области Υ , то есть

$$(a, b, d) \in \Upsilon \overset{def}{=} A \times B \times D \quad (a \in A = [0, 1],\;\; b \in B = [0, 1.5],\;\; D = [0, 0.1];\;\; \textit{см.}\; [12]\text{-}[15]);$$

- изучено поведение функции $y_n(a,\; b,\; d),\;\; n \in \mathrm{N}$ при конкретных (фиксированных) значениях параметров из Υ , определенных исходя из специфических требований к функциям, входящим в приближенное равенство (11);

- для наилучшего приближения константы L_n логарифмическо-дробно-рациональными функциями y_n вида

$$E^* \overset{def}{=} \inf_{(a,\, b,\, d) \in Y} \sup_{n \in \mathrm{N}} \left|\varepsilon_n(a,\; b,\; d)\right| \qquad (\varepsilon_n \equiv \varepsilon_n(a,\; b,\; d) = L_n - y_n(a,\; b,\; d), \quad n \in \mathrm{N})$$

установлена верхняя оценка вида $E^* < \;\varepsilon^* = 0.000002641\cdots$;

- с целью установления оптимального приближающего L_n агрегата проведено сравнение приведенных ранее, а также полученных в последующих пунктах качественных показателей $\delta_k \quad (k=\overline{1,\ 10})$.

Приведем необходимые в дальнейшем сведения, которые существенно будут использованы в процессе получения основных результатов данной работы.

Определение 1.1. *Строго монотонную функцию* $\varphi = \varphi(n), \quad n \in D = D(\varphi) \subseteq \mathrm{N}$ *дискретного аргумента, имеющую малое изменение* δ_φ *области значений* $R(\varphi)$ *и удовлетворяющую условию* $\delta_\varphi < \delta$ *(*δ *— заранее выбранное положительное число) назовем функцией, имеющей малую вариацию; классы таких функций обозначим через* $V_\delta^{\pm} \ (V_\delta^{+} \vee V_\delta^{-})$*, где знак «+» используется в случае возрастания функции в области* $D(\varphi)$*, знак «-» — при ее убывании,* $\delta_\varphi \overset{def}{=} \delta(\varphi) = \sup\limits_n \{\varphi(n) \mid n \in D\} - \inf\limits_n \{\varphi(n) \mid n \in D\}$.

Классы $V_\delta^{\pm}$ определены как множество функций $\{\varphi\}$, для вариации каждой из них выполняется неравенство $\delta_\varphi < \delta$. В рамках данной работы эти функции (последовательности) имеют очень малые изменения области $R(\varphi)$, то есть они имеют малые $\delta_\varphi \quad (\delta_\varphi < \delta = 0.01)$.

Теорема 1.1 [12]. *Произвольно выбранным значениям параметра* $a \in A^{\downarrow} = [0,\ 0.5]$ *соответствуют неулучшаемые двусторонние оценки для* $L_n \ (n \in \overline{\mathrm{N}} = \mathrm{N} \cup \{+\infty\})$ *вида*

$$(4/\pi^2)\ln(n+a) + \widetilde{\alpha}_0 \ \le\ L_n \ \le\ (4/\pi^2)\ln(n+a) + L_1 - (4/\pi^2)\ln(1+a), \quad n \in \overline{\mathrm{N}} \ ; \qquad (12)$$

равенства в (12) достигаются соответственно при $+\infty \in \overline{\mathrm{N}}$ *и* $n=1$*, где*

$\widetilde{\alpha}_0 = c_0 + (4/\pi^2)\ln 2 = 1.270353244\cdots, \quad L_1 = 1/3 + 2\sqrt{3}/\pi = 1.435991124\cdots$.

Следствие. *В условиях теоремы 1.1* значению *параметра* $a = 1/2$ *соответствует наилучшая среди (12) не улучшаемая двусторонняя оценка*

$$(4/\pi^2)\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 \le L_n \le (4/\pi^2)\ln(n+0.5) + L_1 - (4/\pi^2)\ln 1.5\ , \qquad n \in \overline{\mathrm{N}}\ ,$$

где $\delta_6 \overset{def}{=} L_1 - (4/\pi^2)\ln 1.5 - \widetilde{\alpha}_0 = 0.001309064\cdots$ *— равномерное отклонение* L_n *от указанных логарифмических функций.*

Теорема 1.2. *Для всех значений параметра* $a \in A^{\downarrow} = [0,\ 1/2]$ *остаточный член (7) является строго убывающей функцией аргумента* $n \in \mathrm{N}$*;*

наилучшее равномерное приближение в (8) достигается при значениях параметров

$$a = a^{\downarrow} = 0.5\ , \qquad b = b^{\downarrow} = 1.27100777\cdots \qquad ((a^{\downarrow},\ b^{\downarrow}) \in \Omega^{\downarrow} \subset \Omega),$$

то есть они обеспечивают решение следующей экстремальной задачи:

$$\varepsilon^{\downarrow} \overset{def}{=} \inf_{(a,\ b)\in\Omega^{\downarrow}} \sup_{n\in\mathrm{N}} |O_n(a,\ b)| = \sup_{n\in\mathrm{N}} \left| L_n - \frac{4}{\pi^2}\ln(n+a^{\downarrow}) - b^{\downarrow} \right| = \frac{1}{2}\delta_6 = 0.000654532\cdots .$$

Теорема 1.3 [13]. *Для значений параметра* $a \in A^{\uparrow} = [a^{\uparrow},\ 1], \quad a^{\uparrow} = 0.511888596\cdots$ *остаточный член (7) является строго возрастающей функцией аргумента* n *;*

при $a = a^{\uparrow}$ *имеет место неулучшаемая двусторонняя оценка вида*

$$(4/\pi^2)\ln(n+a^{\uparrow}) + L_1 - (4/\pi^2)\ln(1+a^{\uparrow}) \ \le L_n \le\ (4/\pi^2)\ln(n+a^{\uparrow}) + \widetilde{\alpha}_0\ , \quad n \in \overline{\mathrm{N}}$$

с $\delta_7 \overset{def}{=} \widetilde{\alpha}_0 - L_1 + (4/\pi^2)\ln(1+a^{\uparrow}) = 0.00189044\cdots$;

наилучшее равномерное приближение в (8) достигается при значениях

$$a = a^{\uparrow} = 0.51188859\cdots, \qquad b = b^{\uparrow} = 1.26940801\cdots \qquad ((a^{\uparrow},\ b^{\uparrow}) \in \Omega^{\uparrow} \subset \Omega\ ),$$

то есть они обеспечивают решение следующей экстремальной задачи:

$$\varepsilon^{\uparrow} \overset{def}{=} \inf_{(a,\ b)\in\Omega^{\uparrow}} \sup_{n\in\mathrm{N}} |O_n(a,\ b)| = \sup_{n\in\mathrm{N}} \left| L_n - \frac{4}{\pi^2}\ln(n+a^{\uparrow}) - b^{\uparrow} \right| = \frac{1}{2}\delta_7 = 0.00094522\cdots \cdot$$

Теорема 1.4 [14]. *Для допущенной в приближенной формуле*

$$L_n \approx (4/\pi^2)\ln(n+0.5+\widetilde{c}_1)+\widetilde{\alpha}_0\,,\qquad n\in \mathrm{N}\qquad (\widetilde{c}_1=0.004852813\cdots)$$

равномерной (дискретной) погрешности $\widetilde{\varepsilon}_1$ *верна оценка*

$$\widetilde{\varepsilon}_1=\sup_{n\in \mathrm{N}}\left|\widetilde{\alpha}_0+(4/\pi^2)\ln(n+0.5+\widetilde{c}_1)-L_n\right|=0.000317632\cdots\,,$$

где $\delta_8\overset{def}{=}\widetilde{\varepsilon}_1$ *— отклонение указанной логарифмической функции от константы Лебега* L_n *.*

Теорема 1.5 [15]. *Для всех целых* $n\geq 0$ *имеет место двустороннее неравенство*

$$\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1)+c_0+\frac{d_0}{(n+1)^2}-\frac{d_1}{(n+1)^4}<L_{n/2}<\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1)+c_0+\frac{d_0}{(n+1)^2}-\frac{d_1}{(n+1)^4}+\frac{d_2}{(n+1)^6}\,,$$

где c_0 – приведенная в (6) константа Ватсона,

$$d_0=\frac{12-\pi^2}{18\pi^2}=0.011991900206\cdots,\quad d_1=\frac{7}{120\pi^2}\left(8-\frac{2\pi^2}{3}-\frac{\pi^4}{90}\right)=0.001997364328\cdots,$$
$$d_2=\frac{1}{16\pi^2}\left(32-\frac{8\pi^2}{3}-\frac{2\pi^4}{45}-\frac{\pi^6}{945}\right)=0.002117732636\cdots. \tag{13}$$

Константу Лебега (1) аппроксимируем простейшей логарифмическо-дробно-рациональной функцией, состоящей из логарифмической и рациональной частей

$$L_n\approx y_n^{(1)}(a,\,b)+y_n^{(2)}(a,\,d),\ \ n\in \mathrm{N}\ \ \left(y_n^{(1)}(a,\,b)\equiv\frac{4}{\pi^2}\ln(n+a)+b,\ \ y_n^{(2)}(a,\,d)\equiv\frac{d}{(n+a)^2}\right). \tag{14}$$

Неопределенные коэффициенты $a,\ b$ в первой слагаемой определим согласно следствия теоремы 1.1:

$$y_n^{(1)}\overset{def}{=}y_n^{(1)}(0.5,\,\widetilde{\alpha}_0)=\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5)+\widetilde{\alpha}_0,\quad n\in \mathrm{N}\qquad (\,a=0.5,\quad b=\widetilde{\alpha}_0), \tag{15}$$

причем для $y_n^{(1)}$ выполняются соотношения

$$y_n^{(1)}<L_n\quad \forall n\in \mathrm{N},\qquad\qquad \lim_{n\to+\infty}(L_n-y_n^{(1)})=0\,. \tag{16}$$

С учетом (15), (16) неизвестный коэффициент d во второй слагаемой $y_n^{(2)}(a,\,d)$ найдем, исходя из условия совпадения левой и правой частей (14) на концах их общей области определения:

$$L_1=\frac{4}{\pi^2}\ln(1+0.5)+\widetilde{\alpha}_0+\frac{d}{(1+0.5)^2}\qquad (n=1\ ),$$
$$\lim_{n\to+\infty}\left[L_n-\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5)-\widetilde{\alpha}_0-\frac{d}{(n+0.5)^2}\right]=0\qquad (+\infty\in\overline{\mathrm{N}}). \tag{17}$$

Второе предельное равенство в (17) с учетом (16) выполняется для любых значений d ; тогда из первого равенства имеем

$$d=(1.5)^2\left[L_1-\frac{4}{\pi^2}\ln 1.5-\widetilde{\alpha}_0\right]=0.002945386211\cdots\overset{def}{=}d^*.$$

В итоге получили вполне определенное приближенное равенство

$$L_n\approx\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5)+\widetilde{\alpha}_0+\frac{d^*}{(n+0.5)^2}\overset{def}{=}y_n^*,\quad n\in \mathrm{N}\quad (L_1=y_1^*\ ,\quad \lim_{n\to+\infty}(L_n-y_n^*)=0) \tag{18}$$

с соответствующей функцией погрешности (разностью, остаточным членом)

$$\varepsilon_n^*\overset{def}{=}\varepsilon_n^*(0.5,\,\widetilde{\alpha}_0,\ d^*)=L_n-\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5)-\widetilde{\alpha}_0-\frac{d^*}{(n+0.5)^2}\,,\quad n\in \mathrm{N}\,, \tag{19}$$

где $(a,\ b,\ d)=(0.5,\,\widetilde{\alpha}_0,\ d^*)\in Y$.

Возникают следующие вопросы:

1) как себя ведут аппроксимируемая $(y=L_n=L(n))$ и аппроксимирующая $(y=y_n^*=y^*(n))$ функции в их общей (расширенной) области определения;

2) каково поведение графика функции погрешности (19) в координатной системе yOn ; чему равна экстремальная величина (норма функции погрешности ε_n^*)

$$\varepsilon^* \overset{def}{=} \|\varepsilon_n^*\| = \sup_{n\in N}|\varepsilon_n^*| = \sup_{n\in N}|L_n - y_n^*| \quad ? \tag{20}$$

Ответ на первый вопрос содержится в следующей теореме.

Теорема 2.1. *В приближенном равенстве (18) для значений аргумента* n *из множества* $N_2 = \{2, 3, 4, 5\cdots\} \subset N$ *выполняется строгое неравенство*

$$L_n > \frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 + \frac{d^*}{(n+0.5)^2} \qquad (\Leftrightarrow \ \varepsilon_n^* > 0 \ \forall n \ge 2),$$

а на концах расширенной области определения верны равенства:

$$L_1 = y_1^* = 1/3 + 2\sqrt{3}/\pi = 1.435991124\cdots \qquad (\Leftrightarrow \ \varepsilon_1^* = 0),$$
$$\lim_{n\to+\infty}(L_n - y_n^*) = \lim_{n\to+\infty}\varepsilon_n^* = 0 .$$

Доказательство. Используя нижнюю оценку для константы Лебега из теоремы 1.5 [15], получим:

$$\frac{4}{\pi^2}\ln(n+1) + c_0 + \frac{d_0}{(n+1)^2} - \frac{d_1}{(n+1)^4} < L_{n/2} \ \Rightarrow\ \frac{4}{\pi^2}\ln(2n+1) + c_0 + \frac{d_0}{(2n+1)^2} - \frac{d_1}{(2n+1)^4} < L_n \ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ L_n > \frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \frac{4}{\pi^2}\ln 2 + c_0 + \frac{d_0}{4(n+0.5)^2} - \frac{d_1}{16(n+0.5)^4} \ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\ L_n - [\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 + \frac{d_0}{4(n+0.5)^2} - \frac{d_1}{16(n+05)^4}] > 0 \quad \forall n \in N \ , \tag{21}$$

где константа $\widetilde{\alpha}_0$ определена в (12), а d_0, d_1 – в (13).

С целью детального изучения поведения функции погрешности (19) представим ее в виде суммы двух слагаемых $r_n^{(1)}$, $r_n^{(2)}$:

$$\varepsilon_n^* = L_n - [\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 + \frac{d^*}{(n+0.5)^2}] =$$
$$= \{L_n - [\frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 + \frac{d_0}{4(n+0.5)^2} - \frac{d_1}{16(n+0.5)^4}]\} +$$
$$+ \{\frac{1}{4(n+0.5)^2}[(d_0 - 4d^*) - \frac{d_1}{4(n+0.5)^2}]\} \overset{def}{=} r_n^{(1)} + r_n^{(2)}, \quad n \in N_2 \subset N.$$

Их поведения (знаки выражений в круглых скобках) изучим лишь при значениях аргумента $n \ge 2$ $(n = 1 \ \Rightarrow\ \varepsilon_1^* = r_1^{(1)} + r_1^{(2)} = 0)$. Первая из них согласно (21) имеет только положительные значения $(r_n^{(1)} > 0 \ \forall\, n \in N_2)$, а знак второй слагаемой $r_n^{(2)}$, $n \ge 2$ зависит от поведения строго возрастающей функции

$$\theta_n = \theta(n) = d_0 - 4d^* - \frac{d_1}{4(n+0.5)^2}, \quad n \in N_2 \qquad (\theta'(n) > 0 \ \forall n \ge 2)\cdot$$

Дополнительные вычисления

$$\theta_2 = d_0 - 4d^* - \frac{d_1}{4(2+0.5)^2} = 0.0001297507\cdots, \qquad \lim_{n\to+\infty}\theta(n) = d_0 - 4d^* = 0.0002103553\cdots$$

позволяют утверждать, что $r_n^{(2)} = \frac{1}{4(n+0.5)^2}\theta_n > 0 \ \ \forall\, n \in N_2$. В итоге получим

$$\varepsilon_n^* = L_n - y_n^* = r_n^{(1)} + r_n^{(2)} > 0, \quad n \in N_2 \qquad (\varepsilon_1^* = 0, \quad \lim_{n\to+\infty}\varepsilon_n^* = 0)\cdot$$

Теорема 2.1 полностью доказана.

Из установленной теоремы следует, что функция погрешности (19) имеет неопределенное (немонотонное) поведение. Проведя ее детальное исследование, ответим на основный вопрос (20).

Теорема 2.2. *В приближенном равенстве (18) для нормы функции погрешности* $\varepsilon_n^* = \varepsilon^*(n)$, $n \in N$ *и наилучшего приближения* E^* *верны оценки*

$$\varepsilon^* = \sup_{n\in\mathrm{N}} \left|\varepsilon_n^*\right| = 0.000005282\cdots \overset{def}{=} \delta_9 , \qquad E^* < 0.000005283 , \tag{22}$$

где δ_9 *– наибольшее отклонение* y_n^* *от константы Лебега* L_n.

Доказательство. Остаточный член (19) представим в виде разности двух функций (последовательностей) $\tau_n = \tau(n)$, $\nu_n = \nu(n)$, $n \in \mathrm{N}$:

$$\varepsilon_n^* = L_n - y_n^* = [L_n - \frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) - \widetilde{\alpha}_0\,] - \frac{d^*}{(n+0.5)^2} \overset{def}{=} \tau_n - \nu_n , \quad n \in \mathrm{N} .$$

Согласно теореме 2.1 для (19) выполняется неравенство

$$\varepsilon_n^* = \tau_n - \nu_n > 0 \;\; \forall\, n \in \mathrm{N}_2 \qquad (\varepsilon_1^* = 0, \quad \lim_{n\to+\infty} \varepsilon_n^* = 0),$$

следовательно, для последовательностей $\{\tau_n\}$, $\{\nu_n\}$ имеем:

$$\tau_n > \nu_n > 0 \quad \forall\, n \in \mathrm{N}_2 \qquad (\textit{так как} \;\; \nu_n = d^* / (n+0.5)^2 > 0 \;\; \forall\, n \in \mathrm{N}_2);$$

$$\tau_n = \tau(n) = L_n - y_n^{(1)} > 0 \quad (\textit{см.}\ (16)\ \textit{и теорему}\ 1.1) \;\; ;$$

$$\nu_n = \nu(n) > 0 , \qquad \nu'(n) = -2d^* / (n+0.5)^3 < 0 \;\; \forall n \in \mathrm{N} .$$

Другими словами, τ_n, ν_n являются положительными, строго убывающими к нулю, совпадающими на концах области $\overline{\mathrm{N}}$ и имеющими малую вариацию функциями:

$$\tau_n , \; \nu_n \in V_\delta^- , \;\; \delta = 0.001309060\cdots \; (\tau_1 = \nu_1 = d^* / (1.5)^2 \overset{def}{=} \delta, \quad \lim_{n\to+\infty} \tau_n = \lim_{n\to+\infty} \nu_n = 0) . \tag{23}$$

Полагая в очевидном неравенстве $\varepsilon_n^* = \tau_n - \nu_n < \tau_n$, $n \in \mathrm{N}$ значение аргумента n равным 25, получим:

$$\varepsilon_n^* < \tau_{25} = L_{25} - \frac{4}{\pi^2}\ln 25.5 - \widetilde{\alpha}_0 = 0.000004610\cdots \;\; \forall\, n \geq 25 , \tag{24}$$

где согласно формуле (3) $L_{25} = 2.582944791\cdots$.

Вычислим значения функции $\varepsilon_n^* = \varepsilon^*(n)$, соответствующие выбранным значениям аргумента $n = \overline{1,\ 25}$:

$$\begin{gathered} \varepsilon_1^* = 0, \quad \varepsilon_2^* = 0.000005282\cdots, \quad \varepsilon_3^* = 0.000003469\cdots, \quad \varepsilon_4^* = 0.000002294\cdots, \\ \varepsilon_{15}^* = 0.000000216\cdots, \;\; \varepsilon_{20}^* = 0.000000124\cdots, \;\; \varepsilon_{25}^* = 0.000000080\cdots . \end{gathered} \tag{25}$$

Теперь из (23)-(25) имеем:

$$\sup_{n\geq 25} \{\tau_n\} = \tau_{25} = 0.0000046102\cdots \quad (\textit{так как} \;\; \tau_n \in V_\delta^-),$$

$$\sup\{\varepsilon_1^* , \;\; \varepsilon_2^* , \;\varepsilon_3^* , \cdots, \varepsilon_{25}^* \} = \varepsilon_2^* = 0.000005282\cdots .$$

Используя эти сведения и применяя к сходящейся последовательности $\{\varepsilon_n^*\}$ известный алгоритм обоснования ее ограниченности, ответим на поставленный в (20) вопрос:

$$\varepsilon^* = \sup_{n\in\mathrm{N}} \varepsilon_n^* = \max\left\{ \{\varepsilon_1^* , \;\; \varepsilon_2^* , \; \varepsilon_3^* , \cdots, \varepsilon_{25}^* \}, \quad \sup_{n\in\mathrm{N}_{25}} \varepsilon_n^* \right\} = \max\{\varepsilon_2^* , \quad \tau_{25} \} = .$$

$$= \max\left\{0.000005282\cdots \; , \;\; 0.0000046102\cdots \right\} = 0.000005282\cdots .$$

Справедливость неравенства из (22) легко установим, учитывая принадлежность $(0.5 , \, \widetilde{\alpha}_0 , \; d^*) \in Y$ и обозначения из (19), (20):

$$E^* = \inf_{(a,\, b,\, d)\in Y} \sup_{n\in\mathrm{N}} \left|\varepsilon_n^*(a, \; b, \; d)\right| < \sup_{n\in\mathrm{N}} \left|\varepsilon_n^*(0.5, \;\widetilde{\alpha}_0, \; d^*)\right| = \varepsilon^* < 0.000005283 .$$

Теорема 2.2 полностью доказана.

Теорема 2.3. *В приближенном равенстве*

$$L_n \approx \frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) + \widetilde{\alpha}_0 + \frac{d^*}{(n+0.5)^2} + \frac{\varepsilon^*}{2}, \quad n \in \mathrm{N} \tag{26}$$

для допущенной абсолютной погрешности $\widetilde{\varepsilon}^*$ *и наилучшего приближения* E^* *имеют место оценки:*

$$\widetilde{\varepsilon}^* = \sup_{n\in N}\left| L_n - \frac{4}{\pi^2}\ln(n+0.5) - \widetilde{\alpha}_0 - \frac{d^*}{(n+0.5)^2} - \frac{\varepsilon^*}{2} \right| = \ 0.000002641\cdots \overset{def}{=} \delta_{10}\ , \quad .$$

$E^* < 0.000002642$.

Доказательство. Отметим, что (26) получено из приближенного равенства (18) добавлением к его правой части величины $\varepsilon^*/2$, в ходе получения которого использовались требования (17). Здесь, отказываясь от этих требований и аппроксимируя функцию погрешности $\varepsilon_n^* \equiv L_n - y_n^*$ прямой $y = \varepsilon^*/2$, $n \in \mathrm{N}$, легко получим справедливость теоремы 2.3.

Замечание 2.1. *Несколько модифицируя алгоритм построения приближенной формулы (18), получим*

$$L_n \approx [\frac{4}{\pi^2}\ln(n+a) + b_1] + [\frac{d}{(n+a)^2} + b_2] \qquad (\textit{в формуле } (11)\ \ b = b_1 + b_2)\ \cdot$$

Использование правой части такого вида в теореме 2.3 (см. (26)) позволяет в два раза улучшить результат теоремы 2.2.

Замечание 2.2. *Среди величин* $\delta_i\ (i=\overline{1,\ 10})$ *, соответствующих равномерным отклонениям различных аппроксимирующих функций от константы* L_n *, наименьшее значение имеет* $\delta_{10} = 0.000002641\cdots$ *. Следовательно, приближенная формула (26) является наилучшей среди известных аппроксимаций константы Лебега (порядок равномерного приближения равен одной миллионной).*

Литература:

1. Fejer L. "Lebesguesche Konstanten und divergente Fourierreihen", J. Reine Angew. Math. 138, 22-53 (1910).
2. Fejer L. Sur les singularites de la serie de Fourier des fonctions continues, Ann. de Ec. Norm. 28, 63-103 (1911).
3. Szego G. Uber die Lebesgueschen Konstanten bei den Fourierchen Reihen, Math. Z. 9 (1-2), 163-166 (1921).
4. Hardi G.H. Note on Lebesgues constants in the theory of Fourier series, J. London Math. Soc., sl-17 (1), 4-13 (1942).
5. Watson G.H. The constant of Landau and Lebesgue, Quart. J. Math., Oxford, Ser. 1 (2), 310-318 (1930).
6. Галкин П.В. Оценки для констант Лебега, Тр. МИАН СССР 109, 3-5 (1971).
7. Жук В.В., Натансон Г.И. Тригонометрические ряды Фурье и элементы теории аппроксимации. Учебное пособие (Изд-во ЛГУ, 1983).
8. Натансон Г.И. Об оценке констант Лебега сумм Валле-Пуссена. Геометрические вопросы теории функций и множеств. Калинин, 102-108 (1986).
9. Ахиезер Н.И. Лекции по теории аппроксимации (Мир, Москва, 1965).
10. Шакиров И.А. О неулучшаемой двусторонней оценке константы Лебега классического оператора Фурье, Вестн. Казанск. гос. энергетическ. ун-та 34 (2), 7-17 (2017).
11. Шакиров И.А. Об оптимальном приближении нормы оператора Фурье семейством логарифмических функций, Итоги науки и техн. Сер. Современ. матем. и ее приложен. Темат. обз. 139, 104-113 (2017).
12. Shakirov I.A. About the Optimal Replacement of the Lebesque Constant Fourier Operator by a Logarithmic Function, Lobachevskii J. Math. 39 (6), 841-846 (2018).
13. Shakirov I.A. On optimal approximations of the norm of the Fourier operator by a family of logarithmic functions, J. Math. Sci. 241 (3), 354-363 (2019).
14. Шакиров И.А. Приближение константы Лебега оператора Фурье логарифмической функцией, Известия вузов. Математика. № 5, 86-93 (2022).
15. Zhao D. Some sharp estimates of the constants of Landau and Lebesgue, J. Math. Anal. Appl. 349, 68-73 (2009).
16. Chen C., Choi J. Inequalities and asymptotic expansions for the constants of Landau and Lebesgue, Appl. Math. Comput. 248, 610-624 (2014).
17. Chen C., Choi J. Unified treatment of several asymptotic expansions concerning some mathematical constant, Appl. Math. Comput. 305, 348-363 (2017).

Об авторе:

Шакиров Искандер Асгатович, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет», г. Набережные Челны, Россия, iskander@tatngpi.ru

About the autor:

Shakirov Iskander, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 004.94

Шамсутдинова Т. М.

Моделирование бизнес-процессов как профессиональная компетенция бакалавров направления «Бизнес-информатика»

В данной работе рассматриваются некоторые вопросы моделирования бизнес-процессов, проводится хронологический анализ изменения подходов к моделированию экономических систем. Также говорится о формировании компетенции моделирования бизнес-процессов у студентов направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (на примере кафедры цифровых технологий и прикладной информатики Башкирского ГАУ).

Ключевые слова: моделирование, бизнес-процесс, процессный подход, анализ, стандарты моделирования, бизнес-информатика

INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Tatyana M. Shamsutdinova

Modeling of Business Processes as a Professional Competence of Bachelories in Business Informatics

This work is about some issues of business processes modeling, chronological analysis of changes in approaches to the modeling of economic systems is given. It also talks about the formation of the competence of modeling business processes for students of Business Informatics (in the case of the Department of Digital Technologies and Applied Informatics of the Bashkir State Agrarian University).

Keywords: modeling, business process, process approach, analysis, modeling standards, business Informatics

Очевидно, что умение моделировать бизнес-процессы – это одно из важных требований к профессиональной компетентности современного IT-специалиста. В частности, в Федеральном государственном образовательном стандарте бакалавриата по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика приводится такая общепрофессиональная компетенция как: «ОПК-1. Способен проводить моделирование, анализ и совершенствование бизнес-процессов и информационно-технологической инфраструктуры предприятия в интересах достижения его стратегических целей с использованием современных методов и программного инструментария» [5].

Если говорить о развитии подходов к моделированию бизнес-процессов в историческом аспекте, то можно выделить ряд хронологических вех, связанных, в первую очередь, с развитием математических методов в экономике [3].

Предпосылками идей моделирования бизнес-процессов можно считать появление первых научных трудов, авторы которых пытались смоделировать и описать экономические процессы с использованием математических категорий.

Традиционно, первыми попытками моделирования экономических процессов называют работы У.Петти (серию эссе о политической арифметике *Essays in political arithmetic,* опубликованных с 1682 по 1687 год) и «Экономическую таблицу» Ф.Кенэ (*Tableau économique,* 1758 год), затрагивающую вопросы количественного описания общественного воспроизводства.

Дальнейшее развитие идей математической экономики – труд А.Курно «Исследование математических принципов теории богатства» (*Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, 1838 год), где исследуется зависимость спроса на товары в зависимости от их цены; работа У.Джевонс «Об общей математической теории политической экономии» (*Notice of a general mathematical theory of political economy,* 1862 год), послужившая началом теории полезности и др.

Начало XX века – новая эпоха в развитии идей экономического моделирования: принцип оптимальности В.Парето, формула И.Фишера о зависимости стоимости денег от их количества, изучение соотношения категорий стоимости и полезности В.Дмитриевым, описание больших циклов в экономике Н.Кондратьевым и многие другие работы. В это же время происходит становление эконометрики и выделение ее в отдельную науку (1930 год – создание Эконометрического общества).

Середина XX века – сформулированы метод «затраты - выпуск» В.Леонтьева, система материального баланса С.Струмилина, уравнение Е.Слуцкого для модели поведения потребителя, теория игр и экономического поведения

Дж. фон Неймана. Создание Л.Канторовичем методов линейного программирования для задач оптимального распределения ресурсов (книги «Математические методы организации и планирования производства», 1939 год, «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов», 1959 год).

В это время издаются такие работы в области математической экономики как труды Р.Аллена «Математическая экономия» (*Mathematical Economics,* 1956 год), У.Баумоля «Экономическая теория и исследование операций» (E*conomic theory and operations analysis,* 1961 год), В.Немчинова «Экономико-математический методы и модели» (1962 год) и многие др.

Параллельно с этим начинает развиваться направление моделирования методов принятия управленческих решений в рамках разработки разнообразных систем поддержки принятия решений (конец XX века, далее - начало XXI века).

Здесь можно отметить такие методологии как метод анализа иерархий (Т.Саати); понятие интеллектуального анализа данных Data Mining (Г. Пиатецкий-Шапиро) и оперативного анализа данных OLAP (Е.Кодд); методы моделирования на основе нейронных сетей (Ф. Розенблатт, К. Фукушима, Т. Кохонен и др.); разнообразные методы имитационного моделирования (например, на основе теории массового обслуживания, на основе генетических алгоритмов и эволюционного программирования), а также модели на основе методов анализа рисков, методов прогнозирования и пр. Широко развиваются идеи реляционного подхода к моделированию баз данных в рамках ER-моделей «сущность - связь» (П.Чен) и многие другие.

Дальнейшее развитие идей моделирования бизнес-процессов реализуется в рамках современного процессного подхода к управлению [1, 2, 4]. Основная концепция данного подхода заложена в терминологии стандарта ИСО 9000:2005, в котором говорится, что «любая деятельность, или комплекс деятельности, использующая ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс». Там же дается следующее понимание процесса: «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы».

Данный процессный подход нашел широкое отражение в современных нотациях описания бизнес-процессов. Это и линейка нотаций IDEF, состоящая из 14 стандартов (стандарты функционального моделирования IDEF0, информационного моделирования IDEF1, динамического моделирования IDEF2 и т.д.), и нотации DFD (моделирование потоков данных), BPMN (нотация и модель бизнес-процессов). Развиваются объектно-ориентированный метод моделирования на языке UML (Unified Modeling Language), методология моделирования бизнес-процессов ARIS и пр.

Обучение студентов данным методологиям является важным аспектом формирования у них компетенции моделирования бизнес-процессов.

Отметим, что начиная с 2013 года, кафедра цифровых технологий и прикладной информатики Башкирского ГАУ реализует образовательную программу направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика.

В частности, с формированием компетенции моделирования бизнес-процессов связаны такие дисциплины данного направления подготовки как:

- Б1.О.17 Системы поддержки принятия решений;
- Б1.О.18 Моделирование бизнес-процессов;
- Б1.В.09 Проектирование информационных систем.

В ходе изучения основ моделирования бизнес-процессов студенты учатся анализировать информацию, систематизировать и обобщать данные, выделять наиболее значимые признаки и свойства объектов, а также использовать средства моделирования для визуализации информации.

Умение моделировать бизнес-процессы позволяет развивать следующие компоненты мышления:

- аналитический;
- системный;
- абстрактно-логический;
- алгоритмический;
- образно-визуальный и др.

В ходе учебного процесса при этом используются разнообразные специализированные программные средства функционального и имитационного моделирования, аналитические и статистические пакеты прикладных программ, электронные таблицы и др.

Все это позволяет сделать следующие выводы:

- моделирование бизнес-процессов – это непрерывно развивающееся направление в теории экономического управления. Процессный подход позволяет при этом реализовывать концепцию непрерывного управления, когда выход одного процесса является входом следующего процесса;
- современные технологии и методологии моделирования бизнес-процессов ориентированы на повышение эффективности производства за счет оптимизации управления экономической средой и рационального распределения материальных, трудовых и информационных ресурсов;
- задача формирования у студентов компетенции моделирования бизнес-процессов носит комплексный характер и может быть решена в ходе междисциплинарного взаимодействия с использованием средств современных информационных технологий.

Литература:

1. Блинов А.О., Рудакова О.С. Процессный подход в системе менеджмента современных организаций // Экономика и управление: проблемы, решения. 2014. № 1. С. 56-62.
2. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление. М: НИЦ ИНФРА-М, 2022. 319 с.
3. Карев В.П. Очерк истории математических методов в экономике// Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 5. С. 54-60.
4. Корнеева Т.А., Степанов А.С. Проблемные аспекты внедрения процессного подхода в управление промышленными предприятиями // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 3 (113). С. 30-35.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика. Утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 29 июля 2020 г. N 838. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/380305_B_3_23082020.pdf

Об авторе:

Шамсутдинова Татьяна Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры цифровых технологий и прикладной информатики экономического факультета, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, Россия, tsham@rambler.ru

About the autor:

Shamsutdinova Tatiana, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital Technologies and Applied Informatics, Faculty of Economics, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ISSN 2713-2730