

ЧЕБЫШЕВСКИЙ СБОРНИК

Том 25. Выпуск 1.

УДК 378.14

DOI 10.22405/2226-8383-2024-25-1-192-204

**Пример построения математической модели решения
практико-ориентированной задачи**

С. В. Даниленко, Ю. М. Мартынюк, И. Ю. Реброва

Даниленко Софья Валерьевна — кандидат педагогических наук, Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого (г. Тула).

e-mail: sv.danilenko@gmail.com

Мартынюк Юлия Михайловна — кандидат педагогических наук, Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого (г. Тула).

e-mail: juliamart@ya.ru

Реброва Ирина Юрьевна — кандидат физико-математических наук, доцент, Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого (г. Тула).

e-mail: i_rebrova@mail.ru

Аннотация

В статье обосновывается значимость математического моделирования при решении практико-ориентированных задач студентами направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профили Математика и Информатика. Приводится обзор актуальных исследований в области стандартизации содержания предметной области «Математика и информатика»; дидактических возможностей прикладных задач, изучаемых в школьном курсе математики и информатики; потенциала подобных задач в раскрытии межпредметных связей школьных учебных дисциплин; значения математического моделирования в процессе их решения. На основе анализа приведенных источников отмечаются сложность и многогранность создаваемых в настоящее время математических моделей, соединяющих элементы теории из различных областей знания и требующих подключения инструментов нескольких информационных технологий и технических решений.

Авторами подробно описаны и проиллюстрированы на примерах основные этапы построения математической модели. Теоретические положения конкретизированы на примере решения практико-ориентированной задачи о моделировании биоритмов человека. Представленная задача предлагается студентам в рамках изучения темы «Школьные учебные задачи» курса «Теория и методика обучения информатике». Решение подобного рода задач будущими учителями математики и информатики направлено на достижение нескольких целей: развить навыки математического моделирования; применить на практике сформированные ранее навыки владения информационными технологиями, необходимые для эффективного выполнения задания; расширить кругозор в плане смежных областей науки (биология, физиология). Данный подход к процессу обучения будущих учителей, по мнению авторов, позволяет студентам не только оценить значимость математического моделирования, но и развить необходимые навыки для решения задач с практическим содержанием.

Ключевые слова: математика и информатика, математическое моделирование, практико-ориентированная задача, межпредметные связи, педагогическое образование, подготовка учителя математики и информатики, математическая культура.

Библиография: 30 названий.

Для цитирования:

С. В. Даниленко, Ю. М. Мартынюк, И. Ю. Реброва. Пример построения математической модели решения практико-ориентированной задачи // Чебышевский сборник, 2024, т.25, вып.1, с. 192–204.

CHEBYSHEVSKII SBORNIK

Vol. 25. No. 1.

UDC 378.14

DOI 10.22405/2226-8383-2024-25-1-192-204

An example of constructing a mathematical model for solving a practice-oriented problem

S. V. Danilenko, J. M. Martynyuk, I. Yu. Rebrova

Danilenko Sofya Valerievna — candidate of pedagogical sciences, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (Tula).

e-mail: sv.danilenko@gmail.com

Martynyuk Julia Mikhailovna — candidate of pedagogical sciences, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (Tula).

e-mail: juliamart@ya.ru

Rebrova Irina Yuryevna — candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University (Tula).

e-mail: i_rebrova@mail.ru

Abstract

The article substantiates the importance of mathematical modeling in solving practice-oriented problems by students of the training direction 44.03.05 Pedagogical education of the Mathematics and Computer Science profiles. An overview of current research in the field of standardization of the content of the subject area «Mathematics and Computer Science» is provided; didactic possibilities of applied problems studied in the school course of mathematics and computer science; the potential of such tasks in revealing interdisciplinary connections of school academic disciplines; the meanings of mathematical modeling in the process of solving them. Based on the analysis of the cited sources, the complexity and versatility of the currently created mathematical models are noted, connecting elements of theory from various fields of knowledge and requiring the connection of tools from several information technologies and technical solutions.

The authors describe in detail and illustrate with examples the main stages of constructing a mathematical model. The theoretical provisions are concretized using the example of solving a practice-oriented problem of modeling human biorhythms. The presented problem is offered to students as part of the study of the topic «School educational tasks» of the course «Theory and Methods of Teaching Computer Science». The solution of this kind of problems by future mathematics and computer science teachers is aimed at achieving several goals: to develop mathematical modeling skills; apply in practice previously developed information technology skills necessary to effectively complete the task; broaden your horizons in terms of related fields of science (biology, physiology). This approach to the process of training future teachers, according to the authors, allows students not only to appreciate the importance of mathematical modeling, but also to develop the necessary skills for solving problems with practical content.

Keywords: mathematics and computer science, mathematical modeling, practice-oriented problem, interdisciplinary connections, teacher education, training of mathematics and computer science teachers, mathematical culture.

Bibliography: 30 titles.

For citation:

S. V. Danilenko, J. M. Martynyuk, I. Yu. Rebrova, 2024, "An example of constructing a mathematical model for solving a practice-oriented problem", *Chebyshevskii sbornik*, vol.25, no.1, pp. 192–204.

1. Введение

Актуальность

Построение моделей в процессе решения практико-ориентированных задач является одним из наиболее важных этапов, которому в ходе подготовки учителя математики и информатики зачастую уделяется недостаточно внимания. Между тем, качество и эффективность действий, предпринимаемых на основе правильно подобранной математической модели, определяют уровень профессионализма любого специалиста. В этих обстоятельствах учитель математики и информатики должен не только сам уметь строить правильные модели решения учебных задач, но и грамотно и эффективно учить этому своих учеников. В подготовке учителя математики и информатики практико-ориентированные задачи играют важную роль. Это, в первую очередь, связано с практической направленностью школьного курса информатики. Кроме того, подобного рода задачи позволяют глубже понять современные процессы цифровизации всех сфер человеческой жизни. Особое место в ряду практико-ориентированных занимают задачи, относящиеся к межпредметному знанию, включающие положения различных наук. Одной из таких задач является задача о моделировании биоритмов человека.

Изученность проблемы

На протяжении всей истории школьного курса информатики неоднократно менялись его цели и задачи, а также структура, содержание, направленность, оснащение. Неизменным оставалось, и хочется надеется, останется одно – неразрывная связь информатики и математики, на которой основаны не только все существовавшие прежде концепции школьного образования, но и существующий на сегодняшний день порядок вещей, определяемый школьными стандартами нового поколения. Тезис подтверждается, в первую очередь, тем положением, что по новому стандарту математика и информатика по-прежнему объединены в одну предметную область «Математика и информатика» [1]. Согласно стандарту основного общего образования «изучение предметной области «Математика и информатика» должно обеспечить: осознание значения математики и информатики в повседневной жизни человека; формирование представлений о социальных, культурных и исторических фактора становления математической науки; понимание роли информационных процессов в современном мире; формирование представлений о математике как части общечеловеческой культуры, универсальном языке науки, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления» [1]. Стандарт среднего общего образования добавляет к данным целям изучения выделенной предметной области «сформированность основ логического, алгоритмического и математического мышления; сформированность умений применять полученные знания при решении различных задач» [2].

В рамках данной предметной области развивается логическое и математическое мышление и формируется представление о математических моделях во всем их многообразии. В стандарте особо выделена необходимость формирования умения «применять математические знания при решении различных задач и оценивать полученные результаты», а также представления «об основных информационных процессах в реальных ситуациях» [1]. Кроме того, среди предметных результатов освоения предметной области четко обозначено «развитие умений применять изученные понятия, результаты, методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин» [1], а также «сформированность представлений о

компьютерно-математических моделях и необходимости анализа соответствия модели и моделируемого объекта (процесса)» [2].

Прикладная задача обладает большим потенциалом дидактических возможностей. В разное время их исследованием занимались многие ученые и практики. В частности, со второй половины 20-го века школам неоднократно предлагались сборники математических задач с практическим содержанием П. Т. Апанасова [3], С. С. Варданяна [4], Ю. М. Колягина [5] и др. В методических трудах и разработках Н. А. Терешина [6], А. К. Артемова [7], В. А. Гусева [8], М. И. Зайкина [9], [10], А. В. Пчелина [9], [10], Л. М. Фридмана [11], Т. А. Ивановой [12] и других было обосновано активное использование практико-ориентированных заданий при изучении дисциплин математического и естественно-научного циклов как одного из важнейших средств формирования у учащихся необходимых теоретических и практических результатов обучения.

Задачи с практическим содержанием выступают тем средством, при помощи которого наиболее эффективно раскрываются межпредметные связи школьных учебных дисциплин. В разное время вопросы формирования межпредметных связей в процессе изучения предметной области «Математика и информатика» изучались в работах В. Г. Болтянского [13], В. Н. Максимовой [14], В. А. Далингера [15], И. Д. Зверева [16], М. П. Лапчика [17], А. Р. Есаяна [18] и др. Сегодня вопросам обучения решению задач с практическим содержанием будущих учителей математики и информатики уделяется большое внимание в педагогическом и методическом сообществе. Значимость и необходимость развития математической культуры в ходе данного процесса рассматриваются в работах Сергеева Р. С. [19], Мирзоева М. С. [20], Мадудина В. Н. [21] и др.

Построение математической модели решения практико-ориентированной задачи является важнейшим этапом в данном процессе. Вопросы математического моделирования постоянно находятся в поле зрения исследователей и педагогов. Здесь уместно отметить исследования Г. М. Генералова [22], А. Д. Нахмана [23], И. И. Баврина [24], Д. Д. Михайлова [25], Н. Н. Красовского [26], О. С. Бабанской [27], В. С. Голубева [28], Б. М. Рустамова [29] и др. В современных исследованиях отмечается отличительная особенность создаваемых математических моделей, связанная со сложностью моделируемых объектов, которые зачастую соединяют в себе теоретические положения и практические свойства из различных областей знания. Кроме того, такие объекты моделирования требуют использования всего спектра передовых информационных технологий и технических разработок для получения адекватного результата моделирования. Данная постановка вопроса предполагает включение в процесс обучения будущих учителей математики и информатики таких задач с практическим содержанием, которые помогли бы подрастающему поколению адаптироваться к постоянно усложняющимся требованиям технико-технологического развития общества, в котором им предстоит жить и работать.

2. Основная часть

Основные этапы моделирования.

При построении и исследовании моделей, в первую очередь, необходимо определить задачу моделирования. Процесс *постановки задачи* включает в себя следующие этапы: описание задачи, определение цели моделирования, анализ объекта.

Описание задачи. Задача моделирования формулируется на естественном языке. Главная цель данного этапа – определить объект моделирования и понять, что должен представлять собой результат. Например: задача моделирования – спроектировать оснащение учебного кабинета информатики в школе при условии, что расходы на его оборудование не превысят заданной суммы.

Цель моделирования. Под целью понимается некая проблема, которую необходимо решить. В зависимости от характера поставленной цели ее можно отнести к одной из следующих групп:

1. определение последствий воздействия на объект с целью принятия верного варианта решения задачи (тип задач «*Что будет, если...*». Например: что будет, если увеличить расходы на периферийное оборудование и сэкономить на наглядных пособиях?);
2. моделирование объекта в соответствии с заданными свойствами (тип задач «*Как сделать, чтобы...*». Например: каким эргономическим требованиям должна соответствовать школьная мебель в кабинете информатики, чтобы каждое рабочее место было комфортным и отвечало требованиям СанПиН?);
3. изучение реального объекта. Данная цель предполагает изучение основных свойств объекта для установления законов его развития и способов взаимодействия с другими объектами (например: изучение готовых вариантов оборудования кабинета информатики и сопоставление с результатами опроса руководителей школ и учителей информатики).

В приведенном примере с кабинетом информатики цель моделирования сформулирована в общем виде и нуждается в уточнении: каким должно быть «комфортное» рабочее место, требования каких документов и нормативных актов необходимо соблюсти, какие позиции по закупкам должны быть в приоритете, каковы предпочтения и правила школы и т.п.

Анализ объекта предполагает описание основных свойств объекта, существенных для данного варианта и цели моделирования.

Например, если рабочее место учащегося должно быть комфортным для решения непосредственно учебных задач, то, в первую очередь, необходимо уделить внимание подбору компьютерной техники и специальной мебели. Будет решаться задача «*Как сделать, чтобы... ?*». Среди важных параметров анализируемых объектов будут достаточно мощный системный блок, эргономичная клавиатура, оптимальная модель дисплея, эргономичные стол и стул, высокоскоростное интернет-соединение и т. п. Возможно также дооснащение кабинета дополнительным освещением и средствами для создания искусственного затемнения в солнечное время.

Таким образом, процесс постановки задачи позволяет четко определить исходные данные, существенные свойства объекта и те свойства, которыми можно пренебречь, а также конкретный конечный результат.

Вторым этапом моделирования является *формализация и построение модели*.

Выявленные на предыдущем этапе существенные свойства, параметры, состояния и отношения объекта представляют собой информационную модель. Для эффективного ее отображения используются графические методы свертывания информации: таблицы, схемы, кластер, денотатный граф, ментальные карты и т.п. Моделируемый объект (процесс) представляется в определенной форме (образной, смешанной, знаковой). Также на данном этапе подбираются соответствующие методы моделирования: математические или статистические. Итогом данного этапа является построение математической или компьютерной модели, реализованной соответствующими программными средствами.

Третий этап моделирования предполагает проведение *эксперимента*, включающего две стадии: тестирование и исследование.

При *тестировании* модели необходимо проверить корректность ее построения путем сравнения полученных результатов с реальными объектами или другими независимыми моделями. Для проверки правильности построения модели подготавливаются тестовые данные, для которых итоговый результат заранее рассчитан (т.е. уже известен). На данном этапе необходимо проверить соответствие полученной модели объекта цели моделирования.

Исследование модели. Этот этап моделирования, к которому следует переходить только после успешного прохождения тестирования, предполагает изучение модели для анализа ситуаций, принятия решений и предсказания результатов.

На заключительном этапе моделирования выполняется *анализ результатов*. Данный этап является ключевым для процесса моделирования, по результатам которого принимается решение о продолжении исследования. Если полученные результаты не соответствуют поставленным задачам исследования, то на предыдущих этапах были допущены ошибки, и требуется их корректировка.

Решение практико-ориентированной задачи по моделированию биоритмов человека.

Описание задачи. Согласно теории Г. Свободы, Ф. Тельчера и В. Флисса [30], у каждого человека существует три основных биоритма, влияющих на его физическое, эмоциональное и интеллектуальное состояние. Эти три биоритма имеют периоды в 23, 28 и 33 дня соответственно и предполагают циклические изменения в уровне энергии, настроения и когнитивных способностей. Стоит отметить, что научное сообщество не признает теорию о трех биоритмах как научно обоснованную. Многие исследования не обнаружили убедительных доказательств существования таких циклических изменений в физиологии и психологии человека. В то же время, некоторые люди все же могут замечать периодические колебания в своем физическом и эмоциональном состоянии. Более того, в некоторых странах людям, профессии которых связаны с повышенным уровнем риска, в неблагоприятные по биоритмам дни даже предоставляют выходные.

Задача моделирования: построить модель биоритмов человека за определенный промежуток времени.

Цель моделирования: на основе модели биоритмов спрогнозировать благоприятные неблагоприятные дни для осуществления разного рода деятельности.

Анализ объекта. Биоритмы уникальны для каждого человека, так как точкой отсчета для всех биоритмов считается его день рождения.

Физический биоритм (23-дневный цикл) предполагает, что уровень физической энергии и выносливости у человека проходит через циклические фазы, включая периоды высокой и низкой активности.

Эмоциональный биоритм (28-дневный цикл) связан с изменениями в эмоциональном состоянии человека, предполагает периоды высокого и низкого настроения.

Интеллектуальный биоритм (33-дневный цикл) предполагает, что уровень когнитивных способностей и концентрации проходит через циклические фазы, включая периоды высокой и низкой продуктивности.

Считается, что графики биоритмов представляют собой синусоидальную зависимость. Дни, соответствующие экстремуму функции, считаются наиболее благоприятными для соответствующего вида деятельности. Дни, расположенные ниже оси абсцисс, считаются менее благоприятными.

Формализация задачи, построение модели. Опишем основные параметры, исходные данные и данные для расчета в виде таблицы:

Параметры (свойства) модели	Значения
Дата рождения человека	Исходные данные
Начальный день отсчета	Исходные данные
Физический биоритм	Расчетные данные: $\sin(2\pi x/23)$
Эмоциональный биоритм	Расчетные данные: $\sin(2\pi x/28)$
Интеллектуальный биоритм	Расчетные данные: $\sin(2\pi x/33)$, где x — количество дней с даты рождения

Таблица 1: Формализация задачи

Оптимальным средством реализации компьютерной модели в данном случае может являться табличный процессор. Определим области ввода исходных данных в таблицу и формулы расчета искомых параметров (см. рис. 1).

Произведем расчеты по следующим параметрам:

	A	B	C	D
1	Расчет биоритмов			
2				
3	Исходные данные			
4	Дата рождения			
5	Дата отсчета			
6				
7	Результаты:			
8	Порядковый день	Физический	Эмоциональный	Интеллектуальный
9	=B\$5	=SIN(2*ПИ()*(A9-\$B\$4)/23)	=SIN(2*ПИ()*(A9-\$B\$4)/28)	=SIN(2*ПИ()*(A9-\$B\$4)/33)
10	=A9+1			

Рис. 1: Компьютерная модель «Биоритмы»

Дата рождения: 06.03.2002

Дата отсчета: 01.01.2024

Длительность прогноза: 30 дней

Результаты расчетов представлены на рисунке 2:

Проведение эксперимента. Тестирование. Для проведения процедуры тестирования произведем расчеты вручную для следующих исходных данных (см. табл. 2):

Дата рождения: 06.03.2002

Даты определения расчетных параметров: 01.01.2024, 07.01.2024, 20.01.2024, 30.01.2024.

Дата	Физический	Эмоциональный	Интеллектуальный
01.01.2024	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7971) / 23 = -0,40$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7971) / 28 = -0,90$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7971) / 33 = 0,28$
07.01.2024	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7977) / 23 = -0,89$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7977) / 28 = -0,62$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7977) / 33 = -0,99$
20.01.2024	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7990) / 23 = 0,63$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7990) / 28 = 0,78$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 7990) / 33 = 0,69$
30.01.2024	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 8000) / 23 = -0,89$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 8000) / 28 = -0,97$	$\sin(2 \cdot 3.14 \cdot 8000) / 33 = 0,46$

Таблица 2: Расчетные параметры для тестирования

Сравнив расчетные показатели с экспериментальными результатами, приходим к выводу, что тестирование пройдено успешно и можно приступать к этапу исследования.

Расчет биоритмов				
Исходные данные				
Дата рождения	06.03.2002			
Дата отчета	01.01.2024			
Результаты:				
Порядковый день	Физический	Эмоциональный	Интеллектуальный	
01.01.2024	-0,40	-0,90	-0,28	-0,28
02.01.2024	-0,63	-0,97	-0,46	-0,46
03.01.2024	-0,82	-1,00	-0,63	-0,63
04.01.2024	-0,94	-0,97	-0,78	-0,78
05.01.2024	-1,00	-0,90	-0,87	-0,87
06.01.2024	-0,98	-0,78	-0,95	-0,95
07.01.2024	-0,89	-0,62	-0,99	-0,99
08.01.2024	-0,73	-0,43	-1,00	-1,00
09.01.2024	-0,52	-0,22	-0,97	-0,97
10.01.2024	-0,27	0,00	-0,91	-0,91
11.01.2024	0,00	0,22	-0,81	-0,81
12.01.2024	0,27	0,43	-0,69	-0,69
13.01.2024	0,52	0,62	-0,54	-0,54
14.01.2024	0,75	0,78	-0,37	-0,37
15.01.2024	0,89	0,90	-0,19	-0,19
16.01.2024	0,98	0,97	0,00	0,00
17.01.2024	1,00	1,00	0,19	0,19
18.01.2024	0,94	0,97	0,37	0,37
19.01.2024	0,82	0,90	0,54	0,54
20.01.2024	0,63	0,78	0,69	0,69
21.01.2024	0,40	0,62	0,81	0,81
22.01.2024	0,14	0,43	0,91	0,91
23.01.2024	-0,14	0,22	0,97	0,97

Рис. 2: Результаты расчетов в табличном процессоре

Исследование модели. Для наглядного представления полученных результатов и проведения дальнейшего исследования построим графики соответствующих функций (см. рис. 3).

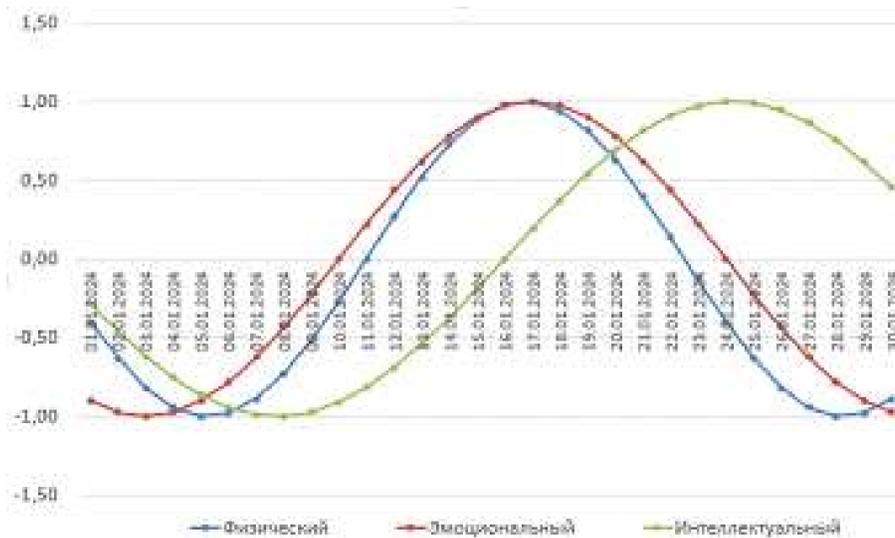


Рис. 3: Результаты построения графиков функций

Проведем исследование. Для этого определим по графику дни, оптимальные для положительного настроения и отношения к событиям (см. рис. 4). В данном случае это интервал с

11.01.2024 по 23.01.2024. Пик активности выпадает на 17.01.2024.

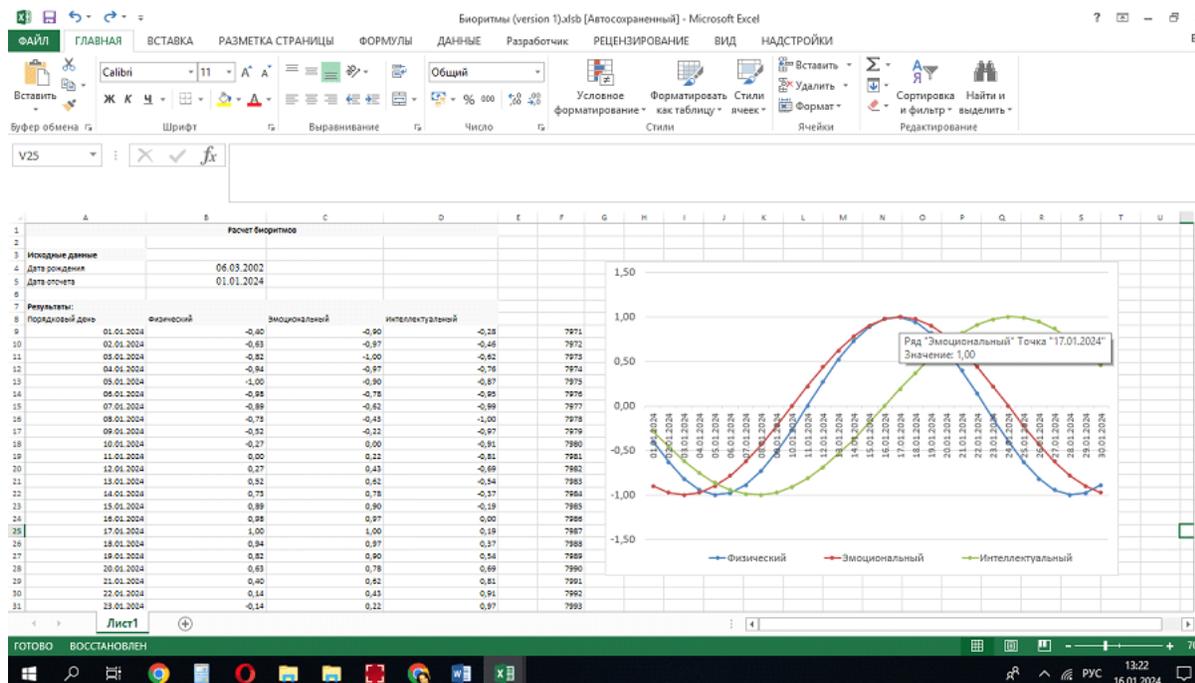


Рис. 4: Исследование модели

Аналогичным образом можно определить благоприятные/неблагоприятные дни для занятий, требующих физической или умственной нагрузки.

Анализ результатов. Результаты исследования показали, что предложенная модель биоритмов дает возможность прогнозировать благоприятные/неблагоприятные дни для осуществления разного рода деятельности. В этой связи возможны дальнейшие исследования.

3. Заключение

Представленная задача является примером практико-ориентированных задач, решение которых будущими учителями математики и информатики направлено не только на развитие навыков математического моделирования с целью их применения в новых условиях, но и на выработку умений использовать на практике средства и инструменты изученных ранее информационных технологий, необходимых для эффективного выполнения задания. Кроме того, подобного рода задачи помогут существенно расширить кругозор будущего специалиста в непрофильных областях науки, что является необходимым условием развития общей эрудиции учителя. Данные обстоятельства, по мнению авторов, дадут возможность студентам оценить значимость математического моделирования и по-новому взглянуть на его применение в различных областях научного знания и повседневной жизни человека.

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФГОС Основное общее образование. [Электронный документ] Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/>
2. ФГОС Среднее общее образование. [Электронный документ] Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/>

3. Апанасов П. Т., Апанасов Н. П. Сборник математических задач с практическим содержанием: Кн. для учителя. — М: Просвещение, 1987. 110 с.
4. Варданян С. С. Задачи по планиметрии с практическим содержанием: Кн. для уч-ся 6-8 кл. сред. шк. (под ред. В.А.Гусева). — М: Просвещение, 1989. 144 с.
5. Колягин Ю. М. Решение задач по математике с ответами и советами: учеб. пособие для уч-ся 7-9 кл./ Ю.М.Колягин. — М: ООО «Издательство Астрель», 2002. 126 с.
6. Терешин Н. А. Прикладная направленность школьного курса математики: Кн.для учителя. — М.: Просвещение, 1990. 95 с.
7. Артемов А. К. Развивающее обучение математике в начальных классах: учебное пособие для учителей и студентов ФНО. — Самара: СамГПУ, 1995. 118 с.
8. Гусев В. А. Теория и методика обучения математике: психолого-педагогические основы/ В.А.Гусев. — М:БИНОМ Лаборатория знаний, 2014. 456 с.
9. Зайкин М. И., Пчелин А. В. Об изучении функциональной направленности сюжетных задач в профессиональной подготовке будущих учителей математики // Интеграционная стратегия становления профессионала в условиях многоуровневого образования: Сб. стат. Междунар. научно-практич. конф. Т. 2 — Котлас: СПГУВК, 2007. С. 329-339.
10. Зайкин М. И., Пчелин А. В. Визуализация вербальных, графических и символических характеристик сюжетных математических задач в образовательном процессе // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социоконетика. Т.14, 2008. С.35-39
11. Фридман Л. М. Сюжетные задачи по математике. История, теория, методика: учеб. пос. для учителей и студентов педвузов и колледжей. — М: Школьная Пресса, 2002. 20 с.
12. Иванова Т. А.,Перевощикова Е. Н.,Кузнецова Л. И.,Григорьева Т. П. Теория и технология обучения математике в средней школе: Учебное пособие для студентов математических специальностей педагогических вузов// / Под ред. Т. А. Ивановой, 2-е изд. испр. и доп. — Н. Новгород: ННГУ, 2009. 355 с.
13. Болтынский В. Г., Савин А. П. Беседы о математике. Книга 1. Дискретные объекты. М.: ФИМА, МЦНМО, 2002. 368 с.
14. Максимова В. Н. Сущность и функции межпредметных связей в целостном процессе обучения: дис. на соиск.уч.степ. д-ра пед.наук по спец. 13.00.01 Теория и история педагогики. — Ленинград, 1981.
15. Далингер В. А. Избранные вопросы информатизации школьного математического образования: монография/ В. А. Далингер; науч. ред. М. П. Лапчик. — М: Флинта, 2021. 150 с.
16. Зверев И. Д. Взаимная связь учебных предметов / И.Д. Зверев. — М: Знание, 1977. 64 с.
17. Лапчик М. П. Теория и методика обучения информатике. Учебник./ М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер, М. И. Рагулина. — М: ИЦ «Академия», 2008. 592 с
18. Есаян А. Р. Обучение алгоритмизации на основе рекурсии: учеб. пособие для студентов пед. вузов. Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2001. 215 с.

19. Сергеев Р. С. Рекурсия как феномен моделирования объектов и явлений реального мира // Инженерная мысль: сборник докладов V Городской научно-практической конференции, посвященной году науки и технологий. — Казань: Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева, 2021. С. 83-85.
20. Мирзоев М. С. Межпредметные связи математических дисциплин с информатикой как основа формирования математической культуры будущего учителя информатики // Преподаватель XXI века. 2008. №3. С.7-15.
21. Мадудин В. Н. Особенности содержания математических дисциплин при подготовке бакалавров прикладной информатики // Бакалавриат прикладной информатики: практика реализации основной образовательной программы: монография. / В. Н. Мадудин, Е. В. Морозова, И. В. Сафронова. — Челябинск: Уральский государственный университет физической культуры, 2020. С.109-115.
22. Генералов Г. М. Математическое моделирование (профильная школа) Учебное пособие 10-11 классы/ Г. М. Генералов. — М: Просвещение, 2022. 160 с.
23. Нахман А. Д. Основные аспекты обучения математическому моделированию в системе «школа-вуз» // Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 5. С. 41-56
24. Баврин И. И. Начала анализа и математические модели в естествознании и экономике: кн. для уч-ся 10-11 кл./ И. И. Баврин. — М: Просвещение, 2000.
25. Михайлов Д. Д. Основы математического моделирования// Вестник Казанского технологического университета. 2015, № 2. С. 374-376.
26. Красовский Н. Н. Математическое моделирование в школе/ Н. Н. Красовский // Известия Уральского государственного университета. — 1995. № 4. С. 12-24.
27. Бабанская О. С. Метод математического моделирования в обучении учащихся решению прикладных задач в средней школе // Universum: психология и образование : электрон. научн. журн. 2019. № 12. [Электронный документ]. Режим доступа: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/8410>
28. Голубев В. С. О математическом моделировании истории// История и современность. 2010, №1. С.28-34.
29. Рустамов Б. М. Искусственный интеллект и математическое моделирование// Символ науки. 2023, №5-2. С.141-142.
30. Алпатов А. М. Толковый словарь терминов хронобиологии// Хронобиология и хрономедицина. Под ред. Ф. И. Комарова и С. М. Рапопорт. — М: Триада-Х, 2000. С. 482-488.

REFERENCES

1. Federal State Educational Standard Basic general education. [Electronic document] Access mode: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/>
2. Federal State Educational Standard Secondary general education. [Electronic document] Access mode: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/>
3. Apanasov, P. T., Apanasov, N. P. 1987, "Collection of mathematical problems with practical content: Book. for the teacher" , *M: Education*, 110 p.

4. Vardanyan, S. S. 1989, "Problems in planimetry with practical content: Book. for students 6-8 grades. avg. school" , (edited by V.A. Gusev), *M: Education*, 144 p.
5. Kolyagin, Yu. M. 2002, "Solving problems in mathematics with answers and tips: textbook. manual for students of 7-9 grades" , *M: Astrel Publishing House LLC*, 126 p.
6. Tereshin, N. A. 1990, "Applied orientation of the school mathematics course: Book for teachers" , *M.: Education*, 95 p.
7. Artemov, A. K. 1995, "Developmental teaching of mathematics in the primary grades: a textbook for teachers and students of the Federal Educational Institution" , *Samara: SamSPU*, 118 p.
8. Gusev, V. A. 2014, "Theory and methodology of teaching mathematics: psychological and pedagogical foundations" , *M: BINOM Knowledge Laboratory*, 456 p.
9. Zajkin, M. I., Pchelin, A. V. 2007, "On the study of the functional orientation of plot problems in the professional training of future mathematics teachers" , *Integration strategy for becoming a professional in the context of multi-level education: Collection. stat. Intl. beginning-practical conf.*, T. 2, Kotlas: SPGUVK, P. 329-339.
10. Zajkin, M. I., Pchelin, A. V. 2008, "Visualization of verbal, graphic and symbolic characteristics of plot mathematical problems in the educational process" , *Bulletin of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*, T.14, P.35-39.
11. Fridman, L. M. 2002, "Plot problems in mathematics. History, theory, methodology: textbook. village for teachers and students of pedagogical universities and colleges" , *M: School Press*, 20 p.
12. Ivanova, T. A., Perevoshchikova, E. N., Kuznetsova, L. I., Grigorieva, T. P. 2009, "Theory and technology of teaching mathematics in secondary school: A textbook for students of mathematical specialties of pedagogical universities" , Ed. T. A. Ivanova, *2-nd ed. corr. and additional, N. Novgorod: NPGU*, 355 p.
13. Boltyansky, V. G., Savin, A. P. 2002, "Conversations about mathematics. Book 1. Discrete objects" , *M.: FIMA, MSNMO*, 368 p.
14. Maksimova, V. N. 1981, "The essence and functions of interdisciplinary connections in the holistic learning process" , dis. for a degree candidate Doctor of Pedagogical Sciences, Specialist 13.00.01 Theory and history of pedagogy, Leningrad.
15. Dalinger, V. A. 2021, "Selected issues of informatization of school mathematical education: monograph" , scientific ed. M. P. Lapchik, *M: Flinta*, 150 p.
16. Zverev, I. D. 1977, "Mutual connection of educational subjects" , *M: Knowledge*, 64 p.
17. Lapchik, M. P., Semakin, I. G., Henner, E. K., Ragulina, M. I., 2008, "Theory and methodology of teaching computer science. Textbook" , *M: IC "Academy"*, 592 p.
18. Esayan, A. R., 2001, "Training in algorithmization based on recursion: textbook manual for pedagogical universities students" , *Tula: Publishing house TSPU by L. N. Tolstoy*, 215 p.
19. Sergeev, R. S., 2021, "Recursion as a phenomenon of modeling objects and phenomena of the real world" , *Engineering thought: collection of reports of the V City scientific and practical conference dedicated to the year of science and technology, Kazan: Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev*, P. 83-85.

20. Mirzoev, M. S., 2008, "Interdisciplinary connections of mathematical disciplines with computer science as the basis for the formation of the mathematical culture of a future computer science teacher", *Teacher of the XXI century*, No. 3. P.7-15.
21. Madudin, V. N., Morozova, E. V. , Safronova, I. V., 2020, "Features of the content of mathematical disciplines in the preparation of bachelors of applied informatics", *Bachelor of applied informatics: practice of implementing the main educational program: monograph, Chelyabinsk: Ural State University of Physical Culture*, P.109-115.
22. Generalov, G. M., 2022, "Mathematical modeling (specialized school) Textbook for grades 10-11" , *M: Education*, 160 p.
23. Nakhman, A. D., 2016, "Main aspects of teaching mathematical modeling in the school-university system" , *Scientific review. Pedagogical sciences*. No. 5. P. 41-56
24. Bavrin, I. I., 2000, "Principles of analysis and mathematical models in natural science and economics: a book for students of grades 10-11" , *M: Enlightenment*.
25. Mikhailov, D. D., 2015, "Fundamentals of mathematical modeling" , *Bulletin of the Kazan Technological University*. no. 2. pp. 374-376.
26. Krasovsky, N. N. 1995, "Mathematical modeling at school" , *News of the Ural State University*, No. 4. P. 12-24.
27. Babanskaya, O. S., 2019, "Method of mathematical modeling in teaching students to solve applied problems in secondary school" , *Universum: psychology and education: electron. scientific magazine*, No. 12, (66). [Electronic document]. Access mode: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/8410>
28. Golubev, V. S., 2010, "On mathematical modeling of history" , *History and modernity*, no. 1. P. 28-34.
29. Rustamov, B. M., 2023, "Artificial intelligence and mathematical modeling" , *Symbol of science*, No. 5-2. P. 141-142.
30. Alpatov, A. M., 2000, "Explanatory dictionary of chronobiology terms. Chronobiology and chronomedicine" , Ed. F. I. Komarova and S. M. Rapoport, *M: Triada-X*, P. 482-488.

Получено: 06.11.2023

Принято в печать: 21.03.2024