

УДК 51-77

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/94/02>

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЛОДЕЖНОЙ СУБКУЛЬТУРЫ

©Аброськина А. М., ORCID: 0009-0001-6108-0476, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, st069352@student.spbu.ru
©Колпак Е. П., ORCID: 0000-0001-6956-4814, д-р физ.-мат. наук, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, petrovich_pmpu@mail.ru

YOUTH SUBCULTURE MATHEMATICAL MODELING

©Abroskina A., ORCID: 0009-0001-6108-0476, Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, st069352@student.spbu.ru
©Kolpak E., ORCID: 0000-0001-6956-4814 Dr. habil., Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, petrovich_pmpu@mail.ru

Аннотация. Молодежные субкультуры присущи всем временам, оказывают существенное влияние на формирование мировоззрения молодежи. Математическое моделирование самоорганизации таких объединений позволяет оценить временной интервал их существования, наполнение поклонниками и другие характеристики. Техническая и материальная поддержка помогают формировать понимание задач будущего. В работе приведены результаты социологического опроса большой группы молодежи поклонников культуры аниме. На основе анализа авторских статистических данных, с учетом статистических данных, опубликованных в открытых источниках, разработана математическая модель молодежной субкультуры, включающая несколько близких по интересам направлений. Модель представлена задачей Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Дается анализ устойчивости стационарных состояний. Определены условия, накладываемые на параметры математической модели, определяющие распад субкультуры.

Abstract. Youth subcultures are inherent in all times, have a significant impact on the formation of the worldview of youth. Mathematical modeling of the self-organization of such associations allows us to estimate the time interval of their existence, filling with fans and other characteristics. Technical and material support help to form an understanding of the tasks of the future. The paper presents the results of a sociological survey of a large group of young fans of anime culture. Based on the analysis of the author's statistical data, taking into account statistical data published in open sources, a mathematical model of the youth subculture has been developed, including several areas of close interest. The model is represented by the Cauchy problem for a system of ordinary differential equations. An analysis of the stability of stationary states is given. The conditions imposed on the parameters of the mathematical model that determine the disintegration of the subculture are determined.

Ключевые слова: субкультура, интерес, поклонники, устойчивость, имитационное моделирование, дифференциальные уравнения.

Keywords: subculture, interest, fans, stability, simulation modeling, differential equations.

Субкультура аниме

В изобразительном искусстве Японии в XX веке зародилось художественное течение рисунков в виде комиксов, из которого постепенно за счет техники исполнения возникло течение «манга» [1]. Затем мангу начали экранизировать в виде анимационных фильмов – аниме. Сегодняшние информационные технологии сделали доступным аниме для широкой аудитории. Из изначально развлекательного характера искусство манга - аниме стало восприниматься как самостоятельная молодежная субкультура со своими жанрами и направлениями. В целом в субкультуру поклонников аниме включаются и такие направления как ранобэ, маньхуа и другие версии мультипликации и комиксов, создаваемые в большинстве в восточных странах (Китай, Корея, Филиппины) [2].

Субкультура поклонников аниме, манга, мультфильмов и комиксов основывается на современных информационных технологиях передачи и получения данных. Часть материалов передается на традиционных носителях, однако основным источником являются интернет-ресурсы.

Статистические данные

Авторы использовали данные собственного социологического исследования. Результаты опроса сопоставлялись с данными аналогичного опроса, проведенного в [3] и материалами, приведенными на сайте GoogleTrends, который является публичным измерительным устройством поисковика корпорации Google.

По результатам опроса была определена возрастная структура респондентов: 80% респондентов имели возраст от 14 до 30 лет включительно. Средний возраст опрошенных составлял 22 года, верхняя возрастная граница — 60 лет, а нижняя — 9 лет. 85% респондентов имели высшее или неоконченное высшее образование, оконченное или неоконченное среднее профессиональное образование. То есть возрастная структура, высокий уровень образования большинства респондентов говорят об осознанном понимании сюжетов тайтлов и уровня их исполнения в технике мультипликации. Полученные данные согласуются с данными, приведенными в «Возрастные предпочтения в выборе аниме как объекта сетевой коммуникации» (<https://goo.su/MGuf>) и Anime Recommendation engine: From Matrix Factorization to Learning-to-rank (<https://goo.su/MXPPy>).

Вопросы, связанные в деструктивными процессами в субкультуре [4], внешним влиянием на поклонников не рассматривались [5].

Динамика запросов российских поклонников по наименованиям: мультфильмы, аниме, манга, комиксы была получена с помощью сервиса Google Trends. Учитывались запросы по наиболее популярным 20 произведениям. По России были учтены 4100 запросов по мультфильмам, 1350 — по комиксам, 10600 — по аниме, 9940 — по манга в период с 2004 по 2023 год. На Рисунке 1 приведены годовые относительные распределения запросов по манго и аниме, комиксам и мультфильмам. Как следует из анализа статистических данных, количество запросов по мультфильмам росло с 2004 г. по 2014 г., а с 2014 г. стало уменьшаться. Для случая комиксов уменьшение числа запросов с 2006 г. по 2010 г. сменилось на увеличение до 2015 г. с последующим уменьшением. Запросы на манга и аниме росли практически одинаковыми темпами.

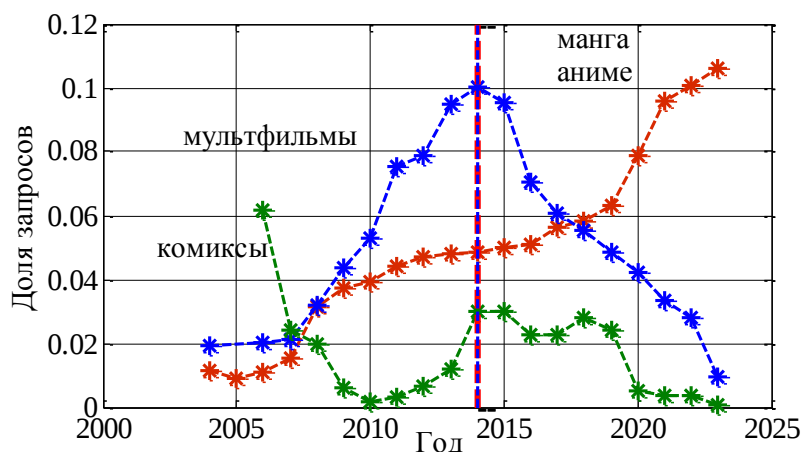


Рисунок 1. Распределение запросов по годам

На Рисунке 2 приведены кумулятивные зависимости для аниме, манга, мультифильмов и комиксов по всем произведениям с 2004 г. по 2022 г. Как следует из анализа этих данных общий интерес к аниме и манга растет, начиная с 2004 г., в отличие от мультифильмов и комиксов. Статистические данные по направлениям отмечены символом «*». Данные за 2004 г. приняты равными 1. Как следует из анализа данных, приведенных на Рисунке 2, интерес к манга и аниме растет одинаковыми темпами.

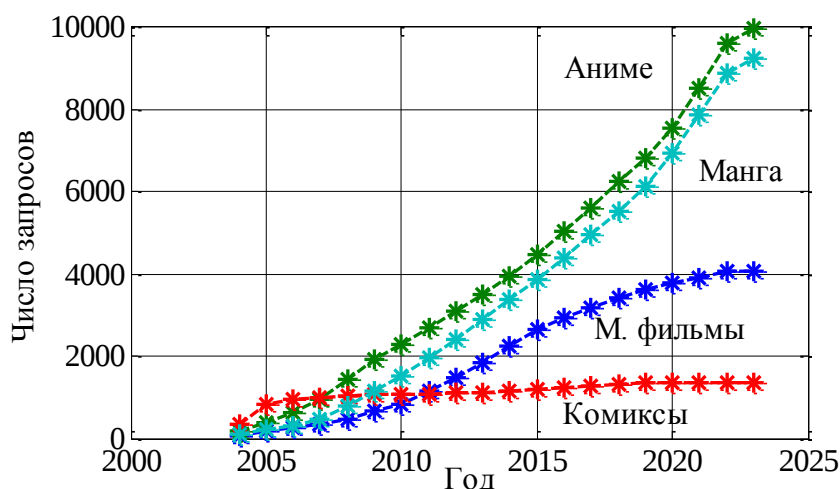


Рисунок 2. Динамика числа запросов (кумулятивные зависимости)

Анализ статистических данных показывает, что интерес к аниме, манга, комиксам и другим видам современным познавательно-развлекательным направлениям проявляет большая группа лиц. Они имеют контакты между собой, привлекают в свое сообщество новых членов. Интерес к конкретным направлениям может угасать, а к некоторым увеличиваться. После некоторого насыщения интерес может изменяться — одни участники покидают субкультуру, а на смену им приходят новые. В целом поклонники аниме, манга и близким к ним направлениям образуют молодежную аниме-субкультуру.

Основная масса участников субкультуры аниме имеет возраст от 9 до 30 лет. То есть интерес к аниме угасает к 30 годам, но на место покинувших поклонников приходят лица младшего возраста. На временном интервале в 10–15 лет численность всего населения страны изменяется незначительно. С учетом этого можно принять, что численность

субкультуры аниме может изменяться за счет угасания интереса к аниме, или проявления интереса к другим направлениям, или за счет прихода новых участников других жанров, или прихода новых поклонников из младших возрастных групп. Поскольку численность населения РФ в возрасте от 10 до 30 лет ограниченная величина, составляющая около 30% от всего населения РФ, то и количество поклонников субкультуры не может превышать некоторого максимального значения.

Рост познакомившихся с одним из направлений субкультуры впервые и вовлеченные в субкультуру, как следует из анализа статистических данных, растет по экспоненциальной зависимости. В то же время и динамика запросов на просмотр аниме, комиксов и других направлений также растет по экспоненциальной зависимости. Однако годовое число запросов по одним направлениям, достигнув максимума, начинает убывать. Это можно рассматривать как изменение интереса участников к конкретному направлению. Аналогичный вывод следует и из кумулятивных анализа зависимостей (Рисунок 2).

Математическая модель молодежной субкультуры

В возрастной структуре населения группа молодежи в возрасте от 10 до 25 лет составляет около 20% от всего населения страны или региона. Этот показатель не изменяется на длительном временном интервале. Лица, превысившие этот возраст, постепенно покидают группу молодежи, а лица, достигшие нижнюю границу, попадают в эту группу. С учетом этого численность молодежи в этой группе можно считать само регулируемой величиной около некоторого порогового значения. У части молодежи этой группы возникает интерес к конкретным ценностям. За счет межличностных контактов или каких-то иных информационных источников они становятся поклонниками конкретной субкультуры. Поскольку интересы к каким-то общим ценностям у поклонников несколько отличаются, то возникает субкультура, наполненная различными ценностями близкими по содержанию к определяющим. Численность поклонников субкультуры, как и в случае общей группы молодежи, также будет само регулируемой величиной. В отличие от стабильной численности основной группы численность участников субкультуры может увеличиваться за счет появления новых ценностей, или уменьшаться вплоть до полного распада в случае исчезновения интереса к конкретным ценностям.

Модель формирования нескольких направлений в субкультуре основывается на камерной модели метастазирования новообразования [6]. В математической модели динамики молодежной субкультуры предполагается, что субкультура может образовываться на нескольких близких по содержанию направлениях. Возникшая группа поклонников одного из первых доступных для освоения направлений постепенно увеличивается в численности. Со временем из этой группы часть поклонников начинает осваивать следующее направление. При этом численность поклонников освоенного направления начинает уменьшаться. Предполагается также, что численность группы потенциальных поклонников субкультуры является само регулируемой величиной. Такой подход позволяет учесть постоянный приток новых потенциальных поклонников.

Численность потенциальных участников молодежной субкультуры само регулируемая величина. Динамику ее численности $N(t)$ можно описать логистическим уравнением [7, 8]:

$$\frac{dN}{dt} = \mu N \left(1 - \frac{N}{K}\right), \quad (1)$$

где μ — удельная скорость роста численности группы потенциальных поклонников при малой ее численности, K — максимальная возможная ее численность.

Пусть в молодежной субкультуре одновременно существует M направлений, к которым проявляется интерес. В каждом направлении есть N_i ($i = 1, 2, \dots, M$) участников. Участники группы i по мере угасания интереса к этому направлению со скоростью $\mu_i N N_i$ переходят в $i + 1$ -ю группу заинтересованных лиц. По мере уменьшения интереса $\beta_i N_i$ участников i -ой группы покидают свою группу и переходят в $i + 2$ -ю группу, и так далее вплоть до группы M . С учетом этих предположений модель формирования M групп (освоения направлений) имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= -N \sum_{i=1}^M \mu_i N_i + \mu N(1 - N/K), \\ \frac{dN_1}{dt} &= \mu_1 N N_1 - \beta_1 N_1, \\ \frac{dN_i}{dt} &= \mu_i N N_i - \beta_i N_i + \beta_{i-1} N_{i-1}, \quad i = 2, \dots, M, \end{aligned} \quad (2)$$

где N — численность потенциальных поклонников молодежной субкультуры, K — максимально возможная ее численность, μ — удельная скорость роста ее численности. Параметры μ_i и β_i характеризуют скорости пополнения и убыли участников групп.

Суммарная численность участников всех направлений подсчитывается по формуле

$$u(t) = \sum_{i=1}^M N_i(t).$$

Таким образом, модель (2) учитывает, что увеличение численности группы i происходит за счет новичков, пришедших в субкультуру (слагаемые $\mu_i N N_i$), и за счет перехода в нее части участников группы $i - 1$ (слагаемое $\beta_{i-1} N_{i-1}$). Число потенциальных поклонников субкультуры учитывается с учетом модели (1) увеличения ее численности.

К системе уравнений (2) добавляются начальные условия

$$N = N^0, N_i = N_i^0 \quad (i = 1, \dots, M).$$

Начальные условия подразумевают, что в начальный момент времени могут быть увлеченные любым направлением. К ним можно отнести и основателей материальной основы направления.

Система уравнений (2) имеет стационарную точку, в которой

$$N = N_1 = N_2 = \dots = N_M = 0.$$

Эта стационарная точка будет неустойчивой, поскольку в этом случае матрица Якоби правой части уравнений (2) имеет положительное собственное значение $\lambda = \gamma$.

В стационарной точке

$$N = K, N_1 = N_2 = \dots = N_M = 0 \quad (3)$$

собственными значениями матрицы Якоби являются

$$\lambda = -\gamma, \lambda_i = \mu_i K - \beta_i \quad (i = 1, 2, \dots, M).$$

Все собственные значения матрицы Якоби будут отрицательными, если выполняются неравенства

$$\mu_i K < \beta_i$$

для всех $i = 1, 2, \dots, M$.

В этом случае стационарная точка (3) будет устойчивой. Поэтому в этом случае

принимается, что интерес ко всем течениям угасает со временем, а сама молодежная субкультура распадается. При этом группа потенциальных поклонников численностью K не проявляет ни к чему интерес, поскольку исчезли участники все направлений.

Если для течения m выполняется неравенство $\mu_m K > \beta_m$, то стационарная точка (3) будет неустойчивой. В этом случае интерес к этому течению сохраняется. Поскольку часть участников этого течения переходят в группу $m + 1$, то интерес будет сохраняться и к последующим направлениям.

На Рисунке 3 приведено относительное изменение функций $N_i = N_i(t)/K$ ($i = 2, 3, 4$) для случая четырех направлений в субкультуре при следующих значениях параметров: $K = 50$, $\gamma = 0,1$, $\mu = (0,015, 0,014, 0,014, 0,014)$, $\beta = (0,35, 0,50, 0,40, 0,60)$. Параметры подбирались исходя из статистических данных по динамике роста численности участников четырех направлений субкультуры аниме (Рисунок 1–2). Представлен вариант нарушения условий $\mu_i K < \beta_i$, то есть неустойчивости стационарной точки (3). В этом случае, как следует из анализа полученных результатов, считается, что интерес к некоторым направлениям субкультуры со временем может уменьшаться, а потом постепенно проявиться снова (Рисунок 3).

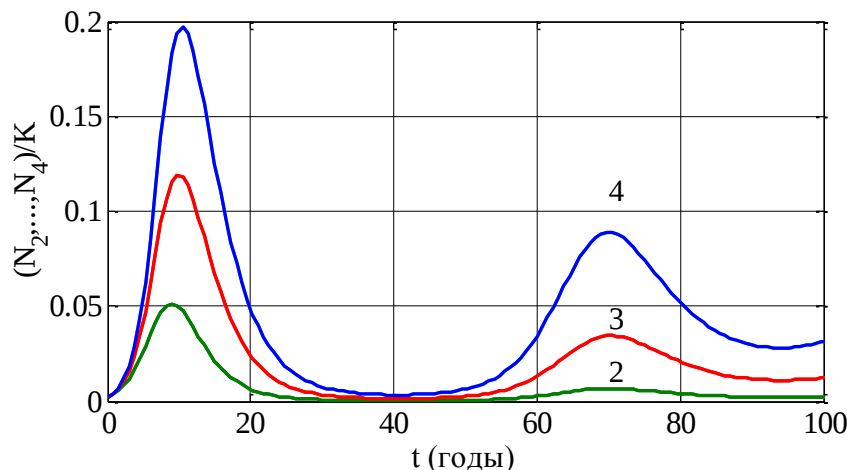


Рисунок 3. Изменение функций $N_i = N_i(t)$ ($i = 2, 3, 4$) во времени

При малых начальных значениях функций $N_i(t)$ ($N_i^0 \ll K$) эти функции будут возрастающими функциями в начальный момент времени. Как следует из анализа системы уравнений (2) экстремум в зависимостях $N_i = N_i(t)$ достигается при выполнении условий $\mu_i N = \beta_i$ ($i = 1, 2, \dots, M$). Поскольку параметры μ_i и β_i для всех направлений разные, то и времена достижения экстремума численности поклонников направлений будут отличаться (Рисунок 3). Момент достижения экстремума можно рассматривать как момент начала уменьшения числа участников соответствующего направления, или как уменьшения интереса к нему. Момент начала уменьшения интереса ко всем направлениям субкультуры можно сопоставлять с моментом достижения максимума функцией $u(t) = \sum_{i=1}^M N_i(t)$, и считать началом уменьшения общей численности участников всех направлений.

Имитационное моделирование

Имитационное моделирование различных социальных систем на основе математических моделей позволяет оценить возможные эволюционные траектории, времена начала деградации социума, наличие точек бифуркации, пороговые значения управляющих

параметров [7, 8].

Входящие в систему уравнений параметры μ_i и β_i , и начальные значения функций N_i^0 ($i = 1, \dots, M$) для реальной субкультуры являются случайными величинами. Выбирая их случайным образом из заданного диапазона можно оценить возможные варианты динамики численности отдельных направлений и динамику общей численности субкультуры. Для случая параметров μ_i и β_i , выбранных случайным образом из диапазонов (0,005, 0,015) и (0,3, 0,5), соответственно, на рис. 4 приведены распределения времен достижения максимума функцией $u(t)$ (рассматривается как длительность интереса) для $L = 1000$ вариантов изменения параметров. Зависимость $M = 4$ соответствует субкультуре с четырьмя направлениями, а $M = 16$ — субкультуре с шестнадцатью направлениями. Как следует из анализа полученных результатов (Рисунок 4) длительность активного периода существования субкультуры тем больше, чем большее число направлений она содержит.

Численное решение задачи Коши для системы уравнений (2) и имитационное моделирование осуществлялось в среде программирования математического пакета MatLab [9].

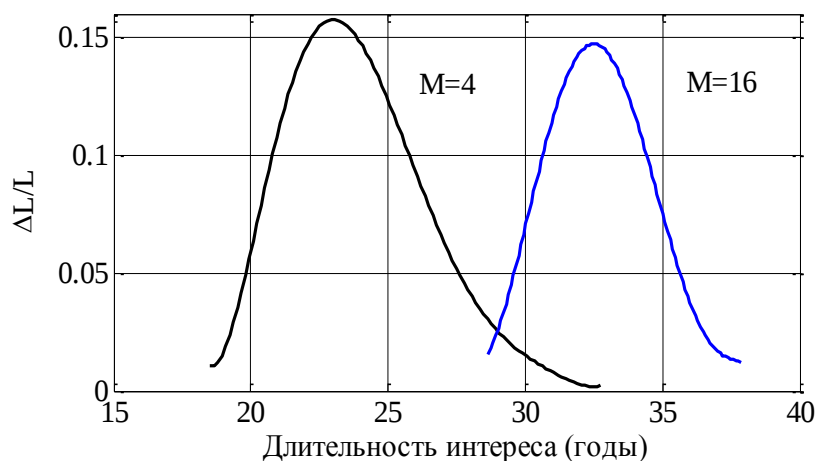


Рисунок 4. Относительное распределение времен достижения максимального значения функцией $u(t)$.

Математическая модель (2) учитывает постоянное пополнение участников именно молодежной субкультуры и изменение интереса поклонников к различным ее направлениям. Модель позволяет также оценить и временной интервал функционирования молодежного объединения. Модель динамики молодежной субкультуры дает инструмент прогнозирования ее внутренней перестройки. Корректировка модели с использованием статистических измерений предоставляет возможность контролировать и организовывать управление молодежным объединением с принятием организационных решений с учетом социальной значимости направлений [4, 5], оказывать техническую поддержку субкультуре.

Заключение

Молодежные субкультуры с различными направлениями существуют в социуме многие годы. Со временем происходит угасание интереса поклонников к конкретным направлениям, но возможно и возрождением интереса. Модель молодежной субкультуры прогнозирует этот результат. Наиболее рациональным в социуме следует считать постоянную генерацию новых

культурных направлений или обновление существующих, позволяющих развиваться молодежи. Это позволит увеличить временной интервал функционирования субкультуры, а при активном управлении формированием направлений готовить молодежь для решения задач, которые могут возникнуть в будущем.

Список литературы:

1. Проханов Д. Возникновение и развитие манга // Медиаальманах. 2013. №2. С. 30-37. EDN: OLSVVC.
2. Наймушина А. Н. К истории распространения аниме в России // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2010. №2. С. 165-169. EDN: VOOMXZ
3. Хасьянов В. Б., Зайцев А. С. Субкультура аниме как культурно-информационный феномен (на примере деятельности молодежных объединений Иркутской области) // Научный диалог. 2014. №11 (35). С. 75-88. EDN: TECENH.
4. Моторная С. Е., Маховых Ю. А. Формирование этнической идентичности студентов высшей школы и деструктивные субкультуры k-pop // Заметки ученого. 2021. №4-1. С. 277-283. EDN: SKKUOH
5. Кривополенова С. Д., Гончарова А. Б. Программная реализация системы постановки предварительного диагноза // Процессы управления и устойчивость. 2020. Т. 7. №1. С. 153-157. EDN: AWKOGD
6. Гончарова А.Б., Виль М.Ю., Колпак Е.П. Камерная модель новообразования // Наука и бизнес: пути развития. 2022. №8(134). С. 36-40. EDN: ABBNTR
7. Гончарова А. Б., Колпак Е. П., Расулова М. М., Шмелева А.А. Математическое моделирование онкологического заболевания // Перспективы науки. 2020. Т. 12. №135. С. 20-26. EDN: AOATMC.
8. Романова А. Б., Колпак Е. П., Андреева У. Ю., Полина С. Г., Шмелева А. А. Математическая модель аграрного сообщества // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №1. С. 83-92. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/08>
9. Гончарова А. Б., Виль М. Ю. Имитационное моделирование лечения онкологического заболевания с использованием приложения MATLAB SIMBIOLOGY // Моделирование систем и процессов. 2021. Т. 14. №3. С. 90-96. EDN: TMTSTS. <https://doi.org/10.12737/2219-0767-2021-14-3-90-96>

References:

1. Prokhanov, D. (2013). Vozniknovenie i razvitie manga. Mediaal'manakh, (2), 30-37. EDN: OLSVVC. (in Russian).
2. Naimushina, A. N. (2010). K istorii rasprostraneniya anime v Rossii. *Sotsial'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*, (2), 165-169. EDN: VOOMXZ. (in Russian).
3. Khas'yanov, V. B., & Zaitsev, A. S. (2014). Subkul'tura anime kak kul'turno-informatsionnyi fenomen (na primere deyatel'nosti molodezhnykh ob"edinenii Irkutskoi oblasti). *Nauchnyi dialog*, (11 (35)), 75-88. EDN: TECENH. (in Russian).
4. Motornaya, S. E., & Makhovykh, Yu. A. (2021). Formirovanie etnicheskoi identichnosti studentov vysshei shkoly i destruktivnye subkul'tury k-pop. *Zametki uchenogo*, (4-1), 277-283. EDN: SKKUOH. (in Russian).
5. Krivopolenova, S. D., & Goncharova, A. B. (2020). Programmnaya realizatsiya sistemy postanovki predvaritel'nogo diagnoza. *Protsessy upravleniya i ustoichivost'*, 7(1), 153-157. EDN: AWKOGD. (in Russian).

6. Goncharova, A. B., Vil, M. Yu., & Kolpak, E. P. (2022). A Chamber Model of Neoplasm. *Nauka i biznes: puti razvitiya*, (8(134)), 36-40. EDN ABBNTR. (in Russian).
7. Goncharova, A. B., Kolpak, E. P., Rasulova, M. M., & Shmeleva, A. A. (2020). Matematicheskoe modelirovanie onkologicheskogo zabolevaniya. *Science Prospects*, 12(135), 20-26. EDN: AOATMC. (in Russian).
8. Romanova, A., Kolpak, E., Andreeva, U., Polina, S., & Shmeleva, A. (2021). Mathematical Model of the Agricultural Community. *Bulletin of Science and Practice*, 7(1), 83-92. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/08>
9. Goncharova, A. B., & Vil', M. Yu. (2021). Imitatsionnoe modelirovanie lecheniya onkologicheskogo zabolevaniya s ispol'zovaniem prilozheniya MATLAB SIMBIOLOGY. *Modelirovanie sistem i protsessov*, 14(3), 90-96. (in Russian). EDN: TMTSTS. <https://doi.org/10.12737/2219-0767-2021-14-3-90-96>

Работа поступила
в редакцию 18.08.2023 г.

Принята к публикации
25.08.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Аброськина А. М., Колпак Е. П. Математическое моделирование молодежной субкультуры // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №9. С. 13-21. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/94/02>

Cite as (APA):

Abroskina, A., & Kolpak, E. (2023). Youth Subculture Mathematical Modeling. *Bulletin of Science and Practice*, 9(9), 13-21. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/94/02>