

УДК 004.8

DOI 10.52167/1609-1817-2025-140-5-169-177

А.Н. Шакенова, Р.К. Шакенова, Ж.М. Алимжанова

Satbayev University, Алматы, Казахстан

Email: r.shakenova@satbayev.university

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ БИПОЛЯРНОГО РАССТРОЙСТВА

Аннотация. Суицидальные случаи среди населения участились. Причины до конца не изучены. Возникает необходимость системного и неформального исследования этих явлений. В большинстве случаев попытку суицида предпринимают люди, склонные к депрессивным расстройствам, в особенности индивиды с биполярным расстройством. Также продолжительность их жизни сокращается в среднем на 12.5 лет. Поэтому, целесообразно изучить биполярное расстройство. Целью является исследование биполярного расстройства по аналогии нарушения технологического процесса объекта, а не как работу осциллографа, так как человек отличается от технического прибора. Были применены описательные и аналитические методы, рассчитаны интенсивные показатели и средние значения. На основе алгоритмов принятия решения технологического процесса получены тренировочные диагностические результаты двадцати добровольных участников эксперимента. Рассматривать организм человека как объект физиолого-технологического процесса обнадеживает, в отличие от описания его как осциллографа. Поэтому, нужно продолжить дальнейшее исследование в этом направлении.

Ключевые слова: режим функционирования, вектор допустимых значений, принятие решения, диагностика, биполярное расстройство.

Введение.

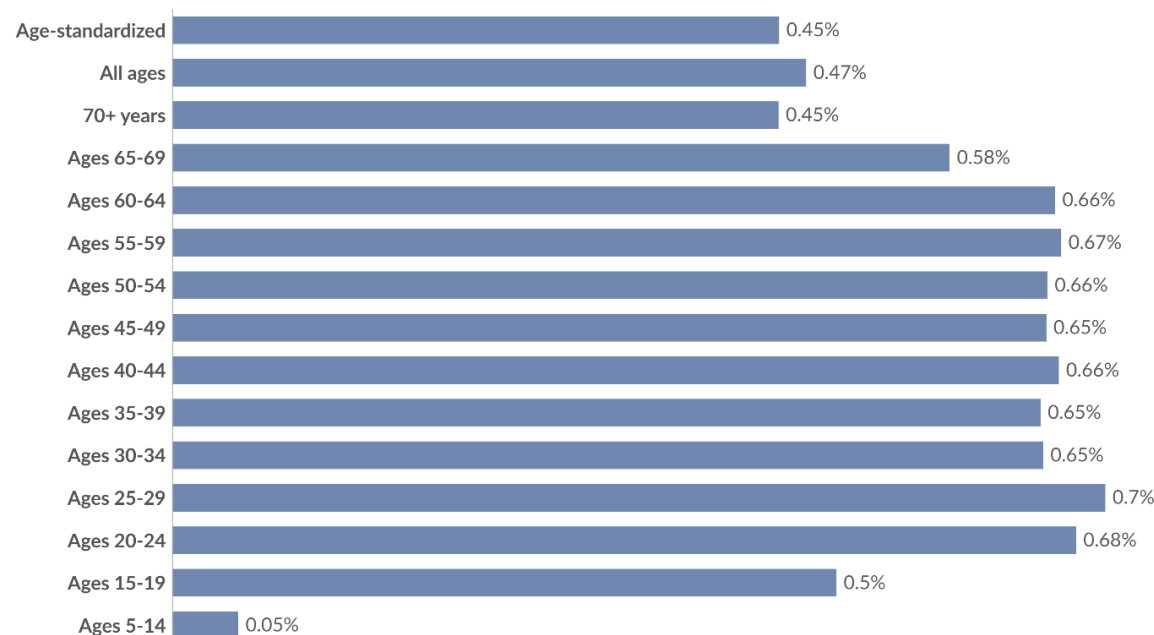
Суицидальные случаи среди населения участились. Причины до конца не изучены. Возникает необходимость системного и неформального исследования этих явлений. В большинстве случаев попытку суицида предпринимают люди, склонные к депрессивным расстройствам [9], в особенности индивиды с биполярным расстройством. Также продолжительность их жизни в среднем сокращается на 12.5 лет [8]. Поэтому целесообразно изучить биполярное расстройство более детально. Биполярное расстройство характеризуется эпизодами мании, депрессии и промежуточным состоянием. Больные испытывают во время депрессии упадок сил и обычно остаются не работоспособными, а во время мании, наоборот, мало спят, ведут себя как чрезмерно возбужденные, энергичные и оптимистичные, иногда с излишней самоуверенностью. А во время ремиссии как бы попадают в среднее обычное состояние. Биполярному расстройству подвержены люди всех возрастов [10].

Чтобы объяснить процесс биполярного расстройства некоторые зарубежные исследователи используют осциллограф [5-7], измерительный прибор, предназначенный для визуального наблюдения и анализа амплитудных и временных характеристик электрических сигналов. Хотя человеческий организм не является даже приближенным аналогом технического прибора. Поэтому в этой работе другая точка зрения.

Bipolar disorder prevalence, by age, World, 2021

Our World
in Data

Estimated share of people who have bipolar disorder¹, whether or not they are diagnosed, based on representative surveys, medical data and statistical modelling.



Data source: IHME, Global Burden of Disease (2024)

OurWorldinData.org/mental-health | CC BY

1. Bipolar disorder Bipolar disorder is defined by the ICD as a condition that involves two different sets of symptoms. One involves depressive symptoms, while the other involves significantly increased excitement, irritability and energy.

Read more: [How are mental illnesses defined?](#)

Find out how each illness is diagnosed in [the International Classification of Diseases manual](#).

Рисунок 1 - Распространенность биполярного расстройства по возрасту

Материалы и методы.

Если человека представить как совокупность физиологического и технологического объекта, то область функционирования его определяется рабочим режимом R . Каждый из рабочих режимов организма R_i задается совокупностью физиологических и технологических регламентов, в виде ограничений на изложение физиологических и технологических параметров в заданном рабочем режиме организма. Совокупность ограничений каждого режима задает область функционирования K_i объекта в данном рабочем режиме. Считается, что функционирование объекта в данном рабочем режиме протекает нормально, если выполняется $\overrightarrow{AI} \leq \overrightarrow{PI} \leq \overrightarrow{BI}$, где $\overrightarrow{PI} = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ вектор физиологических и технологических параметров в R_i , а $\overrightarrow{AI} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, $\overrightarrow{BI} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ соответственно вектор нижних и верхних допустимых значений физиолого-технологических параметров. В реальных производственных условиях различного рода возмущения вызывают частые нарушения физиолого-технологических регламентов режима работы объекта. Это соответствует условию нарушения нормального функционирования объекта в текущем режиме. По истечении времени такие нарушения приводят к критическому, болезненному состояниям. Физиологический объект, как объект управления, обладает множеством рабочих режимов (состояний) $R = (R_i, i = 1, 2, \dots, I)$. Каждому рабочему режиму $R_i \in R$ соответствует определенная область функционирования, которую можно задать в виде:

$$K_i = (a_{ij} \leq P_j \leq b_{ij}, j = 1, 2, \dots, J; i = 1, 2, \dots, I).$$

Нарушение нормального функционирования объекта в R_i связано со множеством причин $N_i = (N_{it}: t = 1, 2, \dots, t_i)$, где N_{it} – причина нарушения функционирования объекта с индексом t . Для контроля объекта решается следующая задача.

Описывается состояние $S(t)$ объекта для ведения контроля.

Оценка текущего состояния путем выполнения сравнения $\rho(S(t), S^*(t))$ с ρ_1 , где ρ – расстояние между $S(t)$ и $S^*(t)$, $S^*(t)$ – нормальное состояние объекта при функционировании в рабочем режиме R_t , ρ_1 – допустимый порог отклонения $S(t)$ от $S^*(t)$.

Принятие решения о наличии или отсутствии нарушения в функционировании объекта следующим образом:

$$N_\rho = \begin{cases} 1, & \rho(S(t), S^*(t)) \geq \rho_1, \\ 0, & \rho(S(t), S^*(t)) < \rho_1. \end{cases}$$

где N_ρ – признак нарушения в функционировании объекта.

Состояния объекта задается цепью состояний $\langle S(t_1), S(t_2), \dots, S(t_n) \rangle$

или траекторией объекта. Основными нарушениями биполярного расстройства являются следующие процессы:

- недостаток сна;
- онлайн зависимость;
- социальная изоляция;
- недостаточная физическая активность и т.д.

Способность человека управлять такими сложными объектами, автоматизация управления которыми в рамках методов математической теории управления не представляется возможной, послужила для интенсивного изучения и исследования мыслительной деятельности операторов и диспетчеров больших систем. В работах В.Н. Пушкина и его учеников была сформулирована модельная теория мышления, в основе которой лежит представление о формировании в мозге оператора информационной модели функционирования и управления объектом [1], [2]. Основой объекта является описание объекта в виде совокупности элементов, связанных между собой определенными отношениями, а также в виде совокупности правил (или цепочки правил) перехода объекта из одного состояния в другое.

На основе модельной теории мышления учеными Д.А. Поспеловым, Ю.А. Клыковым [3] и другими были разработаны концепции ситуационного управления, которые позволяют принимать управляющие решения по текущим состояниям или (ситуациям объекта).

Ситуационное управление, как и цепи Маркова (при фиксированном положении системы в данный момент времени будущее поведение системы не зависит от поведения системы в прошлом, при фиксированном настоящем будущее не зависит от прошлого), позволяет принимать управляющие решения по текущим состояниям объекта. Текущая ситуация $S(t)$ объекта должна нести полную информацию о текущем состоянии объекта для адекватного принятия управляющих решений.

Общая задача ситуационного управления разбивается на следующие задачи.

Задача контроля. Пусть в момент $t = t_1$ на объекте возникла ситуация $S(t)$, тогда необходимо установить [4]:

$$N, \text{ при } t_2 - t_1 \rightarrow \min,$$

где N – признак наличия нарушения в функционировании объекта, t_2 – время окончания процесса контроля.

Задача диагностики. Пусть для любого $S^*(t)$ существует $S(t)$, необходимо установить причину нарушения нормального режима работы объекта в текущем моменте времени N_t , при $t_2 - t_1 \rightarrow \min$, где N_t – причина нарушения, а t_1, t_2 – время начала и конца поиска нарушения, $S^*(t)$ – целевая ситуация, нормальное состояние объекта.

Задача принятия целевых ситуаций. Дано $\{S^*(t), N_t, S(t), G(t), S^{**}(t)\}$, необходимо выбрать такую $S^*(t)$, чтобы она была достижима, во-вторых, максимально удовлетворяла требованиям заданного критерия. Здесь $G(t)$ – текущее состояние рабочих органов управления, а $S^{**}(t)$ – множество потенциально достижимых целевых ситуаций.

Задача принятия управляющих решений. Дано $\{S^*(t), N_t, S^*(j), U^*(j)\}$, необходимо выбрать такое $U(i) \in U^*(j)$ управляющее решение, чтобы оно максимально удовлетворяло требованиям заданного критерия, где $U^*(j)$ – множество потенциально допустимых управляющих решений.

Задача реализаций управляющих решений. Основным требованием при реализации управляющих решений является быстрый перевод объекта из $S(t)$, режима с нарушениями, в $S^*(t)$, нормальный режим. Последовательное решение вышеприведенных задач обеспечивает решение основной задачи ситуационного управления.

При решении задач диагностики определяются виды нарушений физиолого-технологического регламента, например, нарушение сна, недостаточная физическая активность и т.д. при анкетировании пациентов со слов этих пациентов. На основе всех видов нарушений составляется матрица диагностических признаков нарушений. На основе этой матрицы можно диагностировать типы физиологических, психических нарушений в организмах диагностируемых пациентов или добровольных индивидуалов.

Результаты и обсуждение.

На основе добровольного анкетирования 20 индивидов составлена следующая таблица. Единицей измерения является 1 час. Показания сняты за один месяц. В таблицу занесены усредненные показания за один день.

Таблица 1 - Динамика повседневной активности

№ п/п	Продолжительность сна (в ч.)	Социальная активность	Онлайн зависимость	Физическая активность	Прочее	Всего
1	4	2	12	2	4	24
2	5	3	11	1	4	24
3	6	4	4	4	6	24
4	2	6	6	3	7	24
5	3	5	5	5	6	24
6	1	3	6	2	12	24
7	12	1	5	2	4	24
8	10	2	3	3	6	24
9	9	2	2	3	8	24
10	8	3	2	3	8	24

11	7	3	1	4	9	24
12	11	2	5	2	4	24
13	13	0	8	1	2	24
14	8	3	2	3	8	24
15	3	6	6	3	6	24
16	5	4	5	8	2	24
17	8	3	2	3	8	24
18	7	3	1	4	9	24
19	8	3	2	3	8	24
20	9	1	3	5	6	24

В таблице 2 отражено нормальное состояние $S^*(t)$ объекта при функционировании в рабочем режиме R_t .

Таблица 2 - Здоровый режим дня

№ п/п	Продолжительность сна (в ч.)	Социальная активность	Онлайн зависимость	Физическая активность	Прочее	Всего
1	8	3	2	3	8	24
2	7	3	1	4	9	24

Здесь, функционирование объекта в данном рабочем режиме протекает нормально, если выполняется $\overrightarrow{AI} \leq \overrightarrow{PI} \leq \overrightarrow{BI}$, где $\overrightarrow{PI} = (P_1, P_2, P_3, P_4)$ вектор физиологических и технологических параметров в R_i , а $\overrightarrow{AI} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, $\overrightarrow{BI} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ соответственно вектор нижних и верхних допустимых значений физиолого-технологических параметров. Одним из физиолого-технологических параметров является «продолжительность сна». Вторым параметром является «социальная активность», третьим параметром является «онлайн зависимость», четвертым параметром «физическая активность».

Таблица 1 описывает состояние $S(t)$ объекта для 20 индивидов для ведения контроля. В этой таблице дано усредненное значение показателей параметров за один месяц, т.е. представлено как показание одного дня.

Оценивается текущее состояние путем выполнения сравнения $\rho(S(t), S^*(t))$ с ρ_1 , где ρ – расстояние между $S(t)$ и $S^*(t)$, $S^*(t)$ – нормальное состояние объекта при функционировании в рабочем режиме R_t , ρ_1 – допустимый порог отклонения $S(t)$ от $S^*(t)$:

Таблица 3 - Отклонения от здорового режима дня.

№ п/п	ΔP_1	ΔP_2	ΔP_3	ΔP_4	N
1	3-4	1	10	1	4
2	2-3	0	9-10	2-3	3
3	1-2	1	2-3	0	3
4	5-6	3	4-5	0	3
5	4-5	2	3-4	1	4
6	6-7	0	4-5	1	3
7	5-6	2	3-4	1	4
8	2-3	1	1-2	0	3

9	1-2	1	0	0	2
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	3-4	1	3-4	1	4
13	5-6	3	6-7	2	4
14	0	0	0	0	0
15	4-5	3	4	0	3
16	2-3	1	3	4	4
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	1-2	0	1-2	1-2	3

Заклучение.

Биполярное расстройство занимает особое место среди психических заболеваний во всем мире. К сожалению, в нашей стране не уделяется особое внимание к этой болезни. Многие заболевшие не хотят идти к врачам, так как боятся осуждений [11] или не подозревают в себе наличия этого типа заболевания. Работа физиологического организма уподобляется технологическому процессу, которые присутствуют везде, где есть производство или обработка чего-либо. Так как человек также совершает производство чего-то. Даже когда человек применяет пищу, происходит сложный процесс, включающий механическую и химическую обработку пищи в пищеварительной системе. Это есть элемент технологического процесса внутри человека. И здесь мы предлагаем новый взгляд на исследование биполярного расстройства в отличие от осциллографа.

Наблюдаемые 20 индивидов показали различные результаты. В заключении отметим, что на классификации состояний объектов остановились.

Индивиды под №№1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16 находились в состоянии мании в течение месяца. Индивиды под №№7, 8, 9, 12, 13 находились в состоянии депрессии. Индивиды под №№10, 11, 14, 17, 18, 19 находились в течение месяца в нормальном работоспособном состоянии.

Задача диагностики, задача принятия целевых ситуаций, задача принятия управляющих решений, задача реализаций управляющих решений находят продолжение в следующей статье.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. – М.: Энергия, 1965. – 375 с.
- [2] Пospelов Д.А., Пушкин В.И. Мышление и автоматы. – М.: Советское радио, 1972. – 224 с.
- [3] Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. – М.: Энергия, 1974. – 135 с.
- [4] Шакенова Р.К. Описание некоторых классов задач для применения Марковских процессов//Материалы IV – й международной Казахстанско-Российской научно - практической конференции «Математическое моделирование научно-технологических и экологических проблем в нефтегазодобывающей промышленности». – Алматы: КазНУ, 2003. – С. 174-177.

- [5] Daugherty, D., Roque-Urrea, T., Urrea-Roque, J., Snyder, J., Wirkus, S., Porter, M. A. Mathematical Models of Bipolar Disorder.2004.
- [6] Bonsall, M. B., Geddes, J. R., Goodwin, G. M., Holmes, E. A. Bipolar disorder dynamics: Affective instabilities, relaxation oscillations and noise. Journal of the Royal Society Interface, vol.12, no.112. 2015. <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0670>
- [7] Chang, S.-S., Chou, T. A Dynamical Bifurcation Model of Bipolar Disorder Based on Learned Expectation and Asymmetry in Mood Sensitivity. Computational Psychiatry. 2018. Vol. 2. https://doi.org/10.1162/cpsy_a_00021.
- [8] Chan, J. K. N., Correll, C. U., Wong, C. S. M., Chu, R. S. T., Fung, V. S. C., Wong, G. H. S., Lei, J. H. C., Chang, W. C. Life expectancy and years of potential life lost in people with mental disorders: a systematic review and meta-analysis.
- [9] Dong, M., Lu, L., Zhang, L., Zhang, Q., Ungvari, G. S., Ng, C. H., Yuan, Z., Xiang, Y., Wang, G., & Xiang, Y. T. Prevalence of suicide attempts in bipolar disorder: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Epidemiology and Psychiatric Sciences. 2020. Vol. 29. <https://doi.org/10.1017/S2045796019000593>
- [10] IHME, Global Burden of Disease (2024) – with major processing by Our World in Data. “Bipolar disorder prevalence” [dataset]. IHME, Global Burden of Disease, “Global Burden of Disease - Mental Health Prevalence” [original data]. Retrieved June 29, 2025 from <https://archive.ourworldindata.org/20250624-125417/grapher/bipolar-disorder-prevalence.html> (archived on June 24, 2025).
- [11] Kanba, S. Symposium XXIV-CANMAT/ISBD GUIDELINES FOR BIPOLAR DISORDERS IN ASIAN COUNTRIES: EXPERIENCE AND SUGGESTIONS CHAIR: KYOOSHO HA, SHIGENOBU KANBA S.072 | Epidemiology of mood disorders in Asia. 2019. pp. 38–39.

REFERENCES

- [1] Pushkin V.N. Operativnoe myshlenie v bol'shih sistemah. M.: Jenergiya, 1965. – 375 s.
- [2] Pospelov D.A., Pushkin V.I. Myshlenie i avtomaty.–M.: Sovetskoe radio, 1972.– 224 s.
- [3] Klykov Ju.I. Situacionnoe upravlenie bol'shimi sistemami.– M.: Jenergiya, 1974.– 135 s.
- [4] Shakenova R.K. Opisanie nekotoryh klassov zadach dlja primenenija Markovskih processov//Materialy IV – j mezhdunarodnoj Kazahstansko-Rossijskoj nauchno - prakticheskoj konferencii «Matematicheskoe modelirovanie nauchno-tehnologicheskikh i jekologicheskikh problem v neftegazodobyvajushhej promyshlennosti». – Almaty: KazNU, 2003. – S. 174-177.
- [5] Daugherty, D., Roque-Urrea, T., Urrea-Roque, J., Snyder, J., Wirkus, S., Porter, M. A. Mathematical Models of Bipolar Disorder.2004.
- [6] Bonsall, M. B., Geddes, J. R., Goodwin, G. M., Holmes, E. A. Bipolar disorder dynamics: Affective instabilities, relaxation oscillations and noise. Journal of the Royal Society Interface, vol.12, no.112. 2015. <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0670>
- [7] Chang, S.-S., Chou, T. A Dynamical Bifurcation Model of Bipolar Disorder Based on Learned Expectation and Asymmetry in Mood Sensitivity. Computational Psychiatry. 2018. Vol. 2. https://doi.org/10.1162/cpsy_a_00021.
- [8] Chan, J. K. N., Correll, C. U., Wong, C. S. M., Chu, R. S. T., Fung, V. S. C., Wong, G. H. S., Lei, J. H. C., Chang, W. C. Life expectancy and years of potential life lost in people with mental disorders: a systematic review and meta-analysis.

[9] Dong, M., Lu, L., Zhang, L., Zhang, Q., Ungvari, G. S., Ng, C. H., Yuan, Z., Xiang, Y., Wang, G., & Xiang, Y. T. Prevalence of suicide attempts in bipolar disorder: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*. 2020. Vol. 29. <https://doi.org/10.1017/S2045796019000593>

[10] IHME, Global Burden of Disease (2024) – with major processing by Our World in Data. “Bipolar disorder prevalence” [dataset]. IHME, Global Burden of Disease, “Global Burden of Disease - Mental Health Prevalence” [original data]. Retrieved June 29, 2025 from <https://archive.ourworldindata.org/20250624-125417/grapher/bipolar-disorder-prevalence.html> (archived on June 24, 2025).

[11] Kanba, S. Symposium XXIV-CANMAT/ISBD GUIDELINES FOR BIPOLAR DISORDERS IN ASIAN COUNTRIES: EXPERIENCE AND SUGGESTIONS CHAIR: KYOONSEOB HA, SHIGENOBU KANBA S.072 | *Epidemiology of mood disorders in Asia*. 2019. pp. 38–39.

Алуа Шакенова, докторант, Satbayev University, Алматы, Казахстан, shakenova.a@stud.satbayev.university

Роза Шакенова, ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, r.shakenova@satbayev.university

Жанна Алимжанова, ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, z.alimzhanova@satbayev.university

БИПОЛЯРЛЫҚ БҰЗЫЛЫСТЫ ЗЕРТТЕУДЕГІ ШЕШІМ ТЕОРИЯСЫ

Аңдатпа. Суицидтік әрекеттер ел арасында жиілеп кетті. Соңына дейін себептері зерттеліп болмаған. Бұл құбылыстарды жүйелі және формалды емес түрде зерттеу қажеттілігі туындайды. Суицидтік әрекеттерге көбінесе депрессивтік бұзылыстарға жақын және әсіресе биполярлық бұзылыстағы адамдар барады. Және олардың өмір сүру ұзақтығы орта есеппен 12.5 жылға азаяды. Сондықтан биполярлық бұзылыстарды зерттеу қажеттілігі туындайды. Биполярлық бұзылыс ауруы объектінің технологиялық процестеріндегі бұзылу құбылыстарымен сәйкес зерттеуге келеді, бұл ауру осциллографтың жұмысына жақын емес. Себебі адамның техникалық құралдан айырмашылығы бар. Сипаттама және аналитикалық әдістер қолданылды, қарқынды көрсеткіштер, орташа мәндер есептелді. Технологиялық процестердегі шешімдер қабылдау алгоритмдері негізінде экспериментке қатысқан жиырма еріктілердің жаттығу диагностикалық қорытындылары алынды. Адам организміндегі құбылыстарды физиологиялық, технологиялық объектінің процестері сияқты қарастыру жігерлендіреді. Осциллограф сияқты зерттеуден гөрі шындыққа жақындайды. Сондықтан осы бағытта ары қарай зерттеу және дамыту қажеттілігі туындайды.

Түйінді сөздер: жұмыс режимі, рұқсат етілген мәндер векторы, шешім қабылдау, диагностика, биполярлық бұзылыс.

Alua Shakenova, doctoral student, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, shakenova.a@stud.satbayev.university

Roza Shakenova, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, r.shakenova@satbayev.university

Zhanna Alimzhanova, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, z.alimzhanova@satbayev.university

DECISION THEORY IN BIPOLAR DISORDER RESEARCH

Abstract. Suicidal attempts became more frequent in the population. Causes have not been explored yet. Therefore, it is necessary to make systematic research. People, who are inclined to depressive disorders, make suicidal attempts, in particular individuals suffering from bipolar disorder. In addition, bipolar people experience reduction of life years for 12.5 years on average. Thus, bipolar disorder needs to be researched meticulously. Our aim is to explore bipolar disorder in terms of technological object process disturbance, not as an oscillator, because individual cannot be viewed as technical device. Descriptive and analytic methods were employed. Intensive indicators and average values were calculated. Twenty voluntary participants' diagnostic results were obtained based on decision-making algorithms. We have considered individual as an object of physiological and technological process is encouraging, not describing it as an oscillator. Therefore, there is a need for further research and development in this direction.

Keywords: mode of operation, vector of permissible values, decision-making, diagnosis, bipolar disorder.

Дата принятия: 01 июля 2025 года

Дата рецензирования: 25 августа 2025 года

Дата утверждения: 03 октября 2025 года