

Шиманов Валерий Павлович,
студент 2-го курса лечебного факультета,
Медицинский университет «Реавиз»

Научный руководитель:
Переверзев В.Ю.,
кандидат педагогических наук,
заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин,
доцент кафедры естественно-научных дисциплин,
Медицинский университет «Реавиз»

УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ И УСТОЙЧИВОСТЬЮ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИХ ЭНТРОПИЮ НА ПРИМЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ОПЕРАЦИОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ СЕСТРЫ

Аннотация: В данной работе рассмотрено влияние энтропии на работоспособность и устойчивость систем в рамках общей теории систем. На примере медицинского учреждения как открытой системы предложены способы воздействия на энтропию одной из ее подсистем – операционной медицинской сестры в процессе выполнения своих функциональных обязанностей.

Ключевые слова: энтропия, влияние энтропии, как уменьшить энтропию, энтропия мера разобщенности, открытая система, теория систем, общая теория систем, свойства системы, устойчивость систем, влияние энтропии на системы, управление работоспособностью, практическое применение, операционная медицинская сестра, организация работы медсестры, функциональные обязанности, медицинское учреждение, хирургическая операция

Цель работы

Целью данной работы является выделить энтропию в качестве отдельного свойства любой системы, влияющего на ее работоспособность и устойчивость, а также выявить универсальные способы воздействия на энтропию для практического применения в сфере управленческой деятельности.

Содержание работы

Для реализации цели работы:

1. Использован терминологический аппарат, разработанный в общей теории систем и термодинамике.
2. Выявлена связь между энтропией, работоспособностью и устойчивостью систем.
3. Определены существенные параметры системы, воздействие на которые приводит к изменению энтропии.
4. Предложены способы практического применения воздействия на вышеуказанные параметры на примере организации работы операционной медицинской сестры.
5. Дана оценка возможности применения рассмотренного в настоящей работе подхода к коррекции энтропии в системах в целом.

Терминология:

Общая теория систем – междисциплинарная область научных исследований, ставящая своей задачей выявление и теоретическое описание закономерностей строения, поведения, функционирования и развития систем [1].

Система – это совокупность объектов вместе с отношениями между объектами и между их свойствами [2].



Открытая система – система, осуществляющая обмен веществом и энергией со своей внешней средой [3].

Термодинамика – наука о закономерностях превращения энергии из одной формы в другую [4].

Энергия – способность системы совершать работу [5].

Работа – энергетическая мера изменения организованных форм движения частиц в процессе взаимодействия системы со своей внешней средой [6].

Энтропия – функция состояния системы, характеризующая меру неупорядоченности системы, т.е. хаотичность расположения и движения в ней частиц [6].

При рассмотрении термина «энтропия» часто возникает закономерный вопрос относительно неопределенности понятий «неупорядоченность» или «хаотичность».

Достаточную ясность в понятие энтропии внес П.К. Анохин в своей теории функциональных систем, где он исходит из того, что степень упорядоченности системы определяется степенью содействия элементами системы в получении полезного результата, который рассматривается в качестве системообразующего фактора [7].

Также для формулирования более точного определения понятия «энтропия» целесообразно процитировать А. Рапопорта, который полагает, что «система тем более организована, тем больше у нее возможностей противодействовать возмущениям относительно выбранной цели», под которой он понимает некоторое конечное состояние, к которому стремится система в силу своей структурной организации [8].

Понятно, что как для получения полезного результата, так и для противодействия возмущениям относительно выбранной цели системе необходимо будет совершать работу.

Таким образом можно определить энтропию – как функцию состояния системы, характеризующую меру разобщенности элементов системы, используемых системой для совершения работы, направленной на достижение системой того состояния, к которому она стремится (определение автора).

Указанная выше разобщенность подразумевает под собой такое состояние системы, когда ее элементы не находятся в состоянии готовности эффективно совершать необходимую системе работу (например, элементы мешают друг-другу или не сгруппированы должным образом; плотность элементов слишком высокая или низкая; нарушена координация и иерархия отношений между элементами; в системе присутствуют лишние элементы).

Очевидным является тот факт, что данная разобщенность будет приводить к уменьшению потенциального объема работы, совершаемой системой, как за счет снижения коэффициента полезного действия, так и за счет потери функциональной способности производить определенный вид работы в принципе.

И если энергия прямо пропорционально является мерой работоспособности системы, то энтропия, являясь мерой «рассеивания» энергии [9] также, но уже обратно пропорционально, влияет на работоспособность системы.

Поскольку каждая система обладает энтропией [10] выявление связи между энтропией и работоспособностью систем потенциально открывает нам универсальный способ воздействовать на работоспособность любой системы вне зависимости от ее природы.

Важность выявления данной связи можно понять на примере таких открытых систем как живые организмы, которые вынуждены постоянно совершать работу против равновесия с окружающей средой [11] для обеспечения своего существования.

Живые организмы используют энергию для совершения внутренней работы (поддержания и роста своих структур, находящихся в непрерывном процессе синтеза и распада), а также для осуществления внешней работы [12] с целью получения из окружающей



среды вещества и энергии. Данный процесс можно представить в виде импорта живыми организмами отрицательной энтропии из окружающей среды экспорта энтропии в окружающую среду [13].

В свою очередь, при нарастании энтропии внутри системы ее работоспособность будет уменьшаться пока не будет достигнута точка термодинамического равновесия, в которой всякое производство работы будет невозможным [13]. В этом случае возникнет перерыв в снабжении энергией для живого организма, что повлечет за собой необратимую утрату его структуры – смерть [14], т.е. перевод системы в состояние максимальной энтропии [13].

Изложенные выше рассуждения вполне справедливы для социальных систем и организаций, хотя бы потому, что живые организмы являются их неотъемлемой частью и при этом используют социальные системы и организации, в периметр которых они входят, для обеспечения поддержания своего существования.

Таким образом для социальных систем и организаций принципиально важным является минимизация энтропии с целью сохранения и повышения своей работоспособности, а также предотвращения своей структуры от разрушения.

В связи со сложностью подавляющего числа систем описать и рассчитать их энтропию не представляется возможным. Однако, существуют универсальные параметры систем, воздействуя на которые, можно оказывать значимое с практической точки зрения влияние на энтропию любой системы.

Параметр 1: количество элементов системы.

Чем меньше элементов в системе, тем будет меньше ее сложность и суммарная разобщенность между элементами (в силу их меньшего количества и меньшего количества возможных состояний системы), а следовательно, тем быстрее и с меньшими энергозатратами можно будет привести систему в состояние упорядоченности для совершения работы. При исключении элементов из системы необходимо производить их оценку на предмет степени влияния на выполнение работы, поддержание структуры, устойчивости или развития системы.

Параметр 2: упорядоченность элементов системы.

Поскольку работа является организованным (т.е. упорядоченным) движением частиц в процессе взаимодействия системы с окружающей средой [6], из этого следует, что если система находится в состоянии энтропии, то для совершения работы предварительно необходимо произвести упорядочивание данных частиц, на что будет расходоваться энергия, а потом еще потратить энергию на саму работу. Поэтому сохранение системы в состоянии упорядоченности, что подразумевает группировку элементов и их оптимальное расположение для совершения работы, является необходимым условием уменьшения энтропии.

Параметр 3: разнообразие элементов системы.

Чем менее разнообразны элементы системы, тем меньше энергии и времени нужно потратить на их упорядочивание.

Параметр 4: расположение и плотность элементов системы.

В целях уменьшения энтропии системы необходимо обеспечить упорядочивание ее элементов в пространстве таким образом, чтобы располагались в оптимальном положении для совершения работы и физически не мешали другу (часто к этому приводит их чрезмерная плотность). В свою очередь, слишком большое расстояние между элементами системы увеличивает временные и энергетические затраты на работу и снижает функциональность системы.

Параметр 5: иерархия и координация действий элементов системы:

Для совершения эффективной работы необходимо обеспечить, чтобы действия элементов системы были скоординированы и каждый элемент строго выполнял именно свою функцию. Не должна быть искажена коммуникация или нарушена иерархия между элементами системы.



Практическое применение коррекции энтропии в медицинском учреждении на примере организации работы операционной медицинской сестры

Теперь, определившись с терминологией, выявив взаимосвязь между энтропией, энергией и работоспособностью системы, а также определив параметры системы, на которые можно воздействовать для изменения энтропии системы, можно приступить к рассмотрению организации работы операционной медицинской сестры.

Необходимо отметить, что автор данной работы не случайно выбрал операционную медицинскую сестру в качестве объекта для практического применения подхода к коррекции энтропии. Ведь оказание специализированной хирургической помощи является одним из наиболее ответственных участков деятельности медицинской организации с жесткими временными рамками и наиболее высокой ценой ошибок со стороны медицинского персонала. А это означает, что даже незначительное повышение эффективности работы членов операционной бригады может стать решающим фактором в положительном исходе оперативного вмешательства.

Операционная медицинская сестра – это работник медицинского учреждения, осуществляющий в том числе подготовку операционной, участников хирургической бригады, хирургических инструментов, белья, шовного и перевязочного материалов, аппаратуры к проведению операции, участвующий в хирургических операциях, обеспечивающий членов хирургической бригады необходимым инструментарием и материалами [15] (далее «Инструментарий»).

С точки зрения системного подхода операционная медицинская сестра во время проведения хирургических операций является подсистемой более крупной системы, куда также входят: остальные члены операционной бригады, медицинский инструментарий и материалы, операционный зал и находящиеся в нем оборудование (далее «Система»).

Состояние, к которому каждый раз стремится Система, когда на операционном столе появляется пациент, – это успешная хирургическая операция, проведенная в возможно короткий срок, с соблюдением требований асептики, минимальным уровнем травматизации и риска возникновения осложнений у пациента, а также с минимальными затратами энергии и ресурсов в целях их сохранения для последующих операций.

Также при рассмотрении работы операционной медицинской сестры для нас важно учитывать тот факт, что мы будем рассматривать не только ее взаимодействие с Инструментарием, но и ее отношения и взаимодействие с членами операционной бригады, являющимися одновременно элементами и подсистемами Системы.

Далее предлагаю рассмотреть каждый параметр, описанный в теоретической части, на предмет возможности уменьшения энтропии Системы в целом.

Параметр 1: количество элементов системы.

Операционная медицинская сестра должна четко знать набор Инструментария для каждого вида операций и не допускать избыточного или недостаточного количества Инструментария на инструментальном и малых подвижных столах. Избыточное количество Инструментария приведет к дополнительным затратам времени и энергии на его поиск во время операции, а также на его подготовку и обработку. В свою очередь, недостаточное количество Инструментария может привести к необходимости затратам энергии и времени на его извлечение из места хранения.

Параметр 2: упорядоченность элементов системы.

Весь Инструментарий должен быть сгруппирован для сокращения времени его поиска. Необходимо отметить нюанс, что предпочтительным является не только группировка Инструментария по типу, размеру и другим признакам, но и определение одного и того же места для каждой группы Инструментария на инструментальных и малых подвижных столах при



последующих хирургических операциях. Невыполнение последнего условия, не смотря на сгруппированный Инструментарий, приведет к увеличению количества состояний расположения Инструментария на столах во времени, а значит и к увеличению энтропии Системы.

Параметр 3: разнообразие элементов системы.

В целях сокращения времени и трудозатрат на поиск и группировку Инструментария предпочтительно, чтобы Инструментарий, выполняющий одну и ту же функцию, но имеющий различные признаки, не влияющие на выполнение своей функции (например, цвет, незначительные отклонения по размеру и форме), были исключены из Системы и заменены на полностью идентичные.

Параметр 4: расположение и плотность элементов системы.

Инструментарий нужно располагать по отношению друг другу таким образом, чтобы он не мешал доступу к другому Инструментарю: не загораживать его, не класть его друг на друга, не класть его слишком близко друг к другу. Особенно строго следить за группировкой мелкого инструментария, поскольку его особенно трудозатратно находить и доставать, и в случае несоблюдения данного условия, выше риски его уронить или рассыпать.

Параметр 5: иерархия и координация действий элементов системы.

Операционная медицинская сестра должна немедленно и беспрекословно [16] выполнять указания хирурга во время проведения операции и не допускать перекалывания своих функций на других работников медицинского учреждения. Например, подавать хирургу инструмент таким образом, чтобы он сразу мог их применить, не переворачивая его в руках (функция, которую заблаговременно должна выполнить операционная медицинская сестра) и не перекалывать на младший и средний медперсонал своих обязанностей, особенно связанных с наиболее ответственными участками своей работы, которые касаются соблюдения асептики.

Члены операционной бригады должны строго соблюдать этику и культуру общения. Проявление грубости и несдержанности по отношению друг к другу во время проведения операции – это расходование дополнительной энергии и времени, влекущее за собой ухудшение координации действий между элементами Системы. Разбор недочетов в работе должен производиться в спокойной обстановке во внеоперационное время.

Таким образом, операционная медицинская сестра, воздействуя на каждый из вышеперечисленных параметров, может уменьшить энтропию в рамках выполнения своих функциональных обязанностей, что позволит достичь следующих результатов:

1. Сокращение времени на проведение хирургической операции.
2. Снижение энергозатрат на проведение хирургической операции.
3. Уменьшение вероятности совершения ошибок операционной медицинской сестрой во время проведения хирургической операции.
4. Повышение комфорта работы хирурга во время хирургической операции (внимание операционной медицинской сестры будет больше сосредоточено на взаимодействии с хирургом, а не на взаимодействии с инструментарием).

Необходимо отметить, что рассмотренный в данной работе подход к оценке и коррекции энтропии может быть применен к организации работы всего медицинского учреждения как системы в целом, что является перспективным направлением в деятельности управленческого персонала медицинского учреждения в отношении повышения эффективности и качества оказания медицинских услуг.

Выводы

1. Энтропию системы целесообразно рассматривать не просто как абстрактную меру неупорядоченности системы, а соотносить ее с работой, направленной на достижение системой того состояния, к которому она стремится.



2. Энтропия системы обратно пропорционально влияет на работоспособность и устойчивость системы и может нарастать вплоть до полной потери функциональности и необратимого распада структуры системы.

3. Энтропия системы может быть скорректирована путем воздействия на такие параметры системы как: количество, разнообразие, плотность, упорядоченность, иерархия и координация действий элементов системы.

4. Выявление связи между энтропией, работоспособностью и устойчивостью системы, а также параметров системы, влияющих на величину энтропии, дает возможность воздействовать на работоспособность и устойчивость любой системы вне зависимости от ее природы и может найти прикладное применение в различных сферах человеческой деятельности, где применимо понятие «система» (организация, семья, государство).

Список литературы:

1. В.Н. Садовский, Основания общей теории систем, Издательство «Наука», Москва, 1974, с 6.
2. Hall A. D. and Fagen R. E., Definition of System, «General Systems», vol. I, 1956, p. 18.
3. Bertalanffy L. von. General System Theory. Foundations, Development, Applications, N.Y., 1968., p. 97, 141.
4. Г.В. Белов. Термодинамика. Часть 1. Учебник и практикум. 2-е издание, Юрайт, Москва, 2017, с.45.
5. М. Планк. Принцип сохранения энергии, перевод с 4-го немецкого издания, Москва, 1938, с 96.
6. В.И. Слесарев. Химия. Основы химии живого, Химиздат, Санкт-Петербург, 2015, с. 76, 77.
7. П.К. Анохин. Очерки по физиологии функциональных систем, «Медицина», Москва, 1975, с. 34.
8. Исследования по общей теории систем. Сборник переводов (А. Rapoport, Mathematical Aspects of General Systems Analysis, «General Systems», vol. XI, 1966, p. 3-11), Прогресс, Москва, 1969, с. 98.
9. Г.Н. Алексеев. Энергия и энтропия, Издательство «знание», Москва, 1978, с. 8, 124.
10. И. Пригожин, Д. Кондепунди. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур, перевод с английского языка, Мир, Москва, 2002, с.
11. Э.С. Бауэр. Теоретическая биология, Издательство всесоюзного центра экспериментальной медицины, Москва, 1935, с. 27.
12. Э. Либберт. Основы общей биологии, Мир, Москва, 1982, с. 32.
13. Э. Шредингер. Что такое жизнь с точки зрения физики, Римис, Москва, 2009, с. 122, 124
14. Г.И. Рузавин. Концепции современного естествознания, Юнити, Москва, 2010, с. 72.
15. Приказ Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 N 541н (ред. от 09.04.2018) «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения».
16. В.А. Василенко. Справочник операционной и перевязочной сестры, Феникс, Ростов-на-Дону, 2014, с. 89.

