

Николенко Е. О., Николенко О. В.,
Цикало А, Л.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ В НЕЙРОХИРУРГИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ТРАНСЛЯЦИОННЫМ НЕЙРОНАУКАМ

Функционирование любых сложных систем, сопряжено с возможностью возникновения экстремальных ситуаций, которые трудно прогнозировать. В первую очередь, это относится к системам, в функционировании которых существенную роль играют мозговые процессы. Трансляционные нейронауки не только предоставляют возможности усовершенствования клинических технологий, но могут предоставить схемы преодоления экстремальных проблемных ситуаций возникающих, например, в случае экологических катастроф. Будущее в этой предметной области за клинической неврологией и нейрохирургией, оперативно внедряющих новейшие достижения наук о мозге в практическую деятельность, то есть, здесь, будущее за трансляционными нейронауками.

Трансляционные нейронауки основаны на процессе, предусматривающем перенос результатов фундаментальных исследований, в сферу клинической неврологии и нейрохирургии. Трансляционные нейронауки требуют сотрудничества в различных многопрофильных дисциплинах. Трансляционные нейронауки способствуют совершенствованию интегрального процесса, в котором фундаментальные исследования предоставляют информацию необходимую для клинических исследований, а уже клинические исследования предоставляют информацию необходимую для ее клинического использования. Одной из приоритетных задач трансляционных нейронаук является анализ перспектив всего комплекса нейронаучных исследований, обсуждение значимости фундаментальных исследований для их клинического внедрения.

Значительное внимание к экологическим исследованиям определило их специфику и границы. Поэтому возникла необходимость использования компаративистского подхода по определению эффективных способов трансляции экологических знаний в новые предметные области исследования экстремальных ситуаций. Экологическая проблематика стимулирует выработку «экологического подхода» [1] к исследованию экстремальных проблемных ситуаций. Человек реально живет не в «физическом мире», а в «экологическом мире», который

может восприниматься посредством визуального, слухового, осязательного и обонятельного анализаторов. Задачей экологического подхода Дж. Гибсона является разработка психологии «человека в экологическом мире», дополняющей существующую сейчас психологию «человека в физическом мире». Для Дж. Гибсона «экологический субъект» и окружающий его мир являются взаимно дополнительными и друг без друга немыслимы: мир, в котором реально действует субъект, зависит от характеристик самого субъекта, а «физический мир» существует сам по себе.

В экологическом подходе Дж. Гибсона основными категориями являются: «экологический мир» (окружающий мир), субъект, возможность, взаимодополнительность и др. Согласно Дж. Гибсону, окружающий мир представляет собой не вещи, свойства и отношения которые исследуют и измеряют физика, а «экологический мир», т. е. «среду обитания», вещи, свойства и отношения которой непосредственно воспринимает человек. Экологический подход к изучению когнитивной деятельности мозга обусловлен недостаточностью *физикалистского* описания пространственно — временных характеристик окружающего мира. Среда обитания, как объект когнитивной деятельности для человека, предстает в виде функционально значимых пространственно-временных вещей, свойств и отношений, а не как простая совокупность квадратов, треугольников и прямых линий. «В психологии мы имеем дело с *предметами экологического уровня*» [1, 32], то есть *со средой обитания* человека, как *системой вещей, свойств и отношений, которые чувственно воспринимаются* [1, 34-35]. В экологическом подходе «движение в окружающем мире в действительности столь существенно отличается от движения, которое изучал Исаак Ньютон, что лучше представлять его себе *в виде изменения структуры, а не как изменение положения точек; в виде изменений формы, а не координат; в виде изменений в компоновке, а не как движение в обычном смысле слова*» [1, 42].

Спецификой «экологического описания» Дж. Гибсона, является универсализация структурных представлений и использование понятия «встроенность», как частный случай таких иерархических систем, в которых «более мелкие элементы содержатся в более крупных. ... Я ввожу специальный термин: «встроенность»... При любом масштабе можно обнаружить, что одни формы содержат в себе другие» [1, 34]. Понятием среды должна обозначаться не вся и не любая совокупность пространственных, социальных и иных отношений и свойств, в окружении которых находится индивид. Среда - это прежде всего те естественные условия обитания человека как биологического вида и

означает, что одна и та же пространственная среда для разных видов живых существ предстает различной. В экологическом подходе, наблюдателем является человек с присущим ему способом жизнедеятельности, «средой обитания» является совокупность возможностей окружающего мира.

В гибсоновской теории возможностей (Theory of Affordances) собственно, возможность понимается как система, включающая самого субъекта и совокупность физических свойств среды. Совокупность возможностей составляет «экологический мир» данного субъекта. В теории возможностей реализуется экологичность подхода Дж. Гибсона, поскольку она требует включения в любой проводимый анализ в качестве важнейшей переменной совокупности условий среды. По Дж. Гибсону, исследование предоставляемых миром возможностей и составляет предмет психологии. Дж. Гибсон особо подчеркивает, что под возможностями окружающего мира он подразумевает нечто, что относится одновременно и к окружающему миру, и к животному таким образом, который ... подразумевает взаимодополнительность окружающего мира и животного» [1, 18]. Для нейрохирургии эта спецификация экологического подхода выражается во взаимосвязи между информационно психологическими феноменами, порождаемым соответствующим функционированием нейронной сети, а так же обратным информационным влиянием психологических феноменов на функционирование нейронной сети. В этой системе отношений тоже возможна экологическая загрязненность, как не востребованность информации, соответственно на синтаксическом, семантическом и прагматическом уровнях семиотики.

Функционирование любых сложных систем сопряжено с возможностью возникновения экстремальных ситуаций, которые трудно прогнозировать. Трансляционная медицина не только предоставляет возможности усовершенствования клинических технологий, но может предоставить схемы преодоления экстремальных проблемных ситуаций, например, в случае экологических катастроф. Это предполагает необходимость привлечения не только компаративистского подхода, эвристического моделирования, но и активное использование тех этических представлений, которые сопровождают всю экологическую проблематику. «Экологическое сознание» (П. Несс), которое противопоставляется антропоцентрическому подходу, рассматривает человека как часть природы, восстанавливающего биотические связи человека с окружающей средой на основе неантропологической этики.

Одним из малоисследованных аспектов нейроэтики является принятие решений нейрохирургом в сложных клинических ситуациях.

Компаративистский анализ, опирающийся на ориентированный на снижение рисков при принятии решений, может способствовать повышению эффективности нейрохирургического вмешательства. В этом случае, компаративистское исследование будет включать в себя собственно анализ рисков, как уже достаточно развитой области исследования, которая используется в тех предметных областях, где решение принимается в условиях неполной информации [10; 15]. Анализ рисков предполагает исследование вероятности наступления нежелательных событий и их отрицательного влияния на достижение поставленных целей. Анализ рисков в области нейрохирургии предполагает исследование вероятности наступления нежелательных событий в виде осложнений оперативных вмешательств, несвоевременного и неполного объема оказания медицинской помощи и их отрицательного влияния на достижение поставленных целей — т. е. на исход лечения.

Экологические границы допустимых изменений в функционировании системы определяются не только соответствующими (1) этическими требованиями, но и необходимостью реализации адаптационных механизмов для стабильного функционирования системы. (2) Субстратная адаптационная экологичность требований состоит, в том, что бы, например, через определенное время весь упаковочный материал превращался в легко утилизируемые природные соединения. (3) Внутренняя функциональная адаптационная экологичность предполагает изменение допустимого диапазона функций системы, если один из параметров этой системы уже не соответствует норме. Так, например, сахарный диабет вызывает целый ряд изменений параметров организма, без чего организм разрушился. (4) Внешняя функциональная адаптационная экологичность, задает допустимый интервал изменений параметров системы и внешней среды для минимизации разрушения среды функционирования среды, в которой функционирует исследуемая система. Таким образом, можно различить, по крайней мере, четыре фактора категориальной детерминации границ экологического подхода.

Экология как наука о взаимосвязях живых организмов с окружающей средой является реализацией «холистической концепции» [2, 230], для которой приоритетное значение отдается целому, а не его составным частям. Методологическая компонента экологический подход включает в себя экосистемный и экотопный подходы. Так, например, анализ обмена энергией и веществами между биотическим и абиотическим компонентами экосистемы, позволяет установить функциональные связи между организмами и средой. Выделение экотопа (местообитание), как пространственного ограничения объекта, позволяет рассматривать влияние отдельных факторов среды.

Палеоэкология пытается реконструировать экосистемы прошлого и, в частности, понять, как функционировали экосистемы и сообщества до вмешательства человека. Аналогично этому, можно говорить и палеохирургии как реконструкции функционирования мозга как системы не подвергнутой антропогенному и тем более медицинскому воздействию человеческой деятельности.

Если человека продолжать традиционно рассматривать как основной фактор, оказывающий разрушительное воздействие на окружающую среду, то все большее значение приобретает потребность различать не только собственно антропогенные и естественные процессы в биосфере, но и биологические эволюционные процессы человеческого организма. Пространство является необходимой компонентой среды существования человека. Реальность физического пространства для человека проявляется в его антропоморфности и соразмерности человеку. Экологизация пространства опирается на доктрины коэволюция природы и общества, устойчивое развитие, самоорганизация, натурализация (возврат к природе), компенсационный подход и подключение методов энергоинформационной гармонизации среды. Плотность, ресурс, комфортность, экоцикличность являются интегральными экологическими оценками пространственного потенциала той среды, в которой существует человек. Экологическая плотность пространства выражается количеством человек на единицу площади и свидетельствуют о возможной опасности (давка, паника, антисанитария). Экологический пространственный ресурс — соотношение свободной (экотоп) и занятой территории. Такое пространство необходимо для взаимодействия и развития. Экологическая комфортность пространства предполагает оптимальность границ персонального пространства.

В эоцентрическом подходе организация пространства ориентирована на очеловеченность пространства, т. е. на установление антропологического соответствия между пространством занимаемым человеком и пространством окружающей его среды. Экологические характеристики пространства определяют качество антропоморфной среды и условия мозговой деятельности, существенные для нейрохирургической операции. В этом случае, на энергоинформационном уровне единство может проявляться в обмене информацией и энергией между пространством человеческого мозга и идеальным образом в виде плана и технологии нейрохирургической операции. Дальнейшая разработка экологических аспектов нейрохирургии потребует более детальной спецификации видов пространства или, точнее, видов «нейрохирургических ландшафтов» специфицируемых к типам

нейрохирургического вмешательства. «Природный ландшафт» мозга есть пространственно — временные структуры мозга, которые не были подвергнуты клиническому воздействию и сохранившие качества естественного «ландшафта мозга». «Эколандшафт» мозга есть «место» гармоничного сосуществования психических феноменов человека и нейральных сетей мозга, при доминировании «природного начала», как «естественного интеллекта». «Антрополандшафт» мозга — есть пространство, в котором преобладает искусственная среды, ориентированная на ценности эмоционального и интеллектуального комфорта человека, соответствующие определенной структуре и активности нейральных сетей мозга. «Техноландшафт» мозга есть хирургическое поле, где ценность природной мозговой деятельности «естественного интеллекта», подчиняются требованиям технологии проведения хирургической операции в этом месте «ландшафта мозга». «Киберландшафт» мозга есть искусственная среда, созданная с помощью нейроимплантантов, где интеллектуальные и эмоциональные интересы человека удовлетворяются путём активного использования современных информационных технологий.

Формальные способы упорядочения экологического пространства условно делятся на три группы. Экологические качества классической организации пространства ориентирована на ее предсказуемость, симметричность, соразмерность и согласованность. Экологические качества модернистской организации пространства ориентированы на ее непредсказуемость, асимметричность, несообразность и несогласованность. Постмодернистское пространство проявляется в многомерности пространственно-временной нелинейности и виртуальности информационных источников. Модернизация через экологизацию является наиболее «мягким» вариантом изменения окружения. В рамках «экологии развития» (Ю. Бронфенбреннер) исследования психического развития должны учитывать влияние семейных, социальных, культурных и исторических факторов. Это может быть основанием для классификации тестовых заданий для детей, как нейрохирургических пациентов.

Анализ нейрохирургических рисков призван дать нейрохирургу необходимые данные для обоснованного принятия решения о целесообразности предполагаемого плана нейрохирургической операции. Анализ рисков включает: (1) сравнительную оценку рисков, (2) методов их снижения и (3) определения способов уменьшения неблагоприятных последствий. Оценка рисков — это количественное или качественное определение степени рисков [11]. Целью качественного анализа рисков есть определение видов и области реализации рисков. Его итоговые

результаты являются исходной информацией для проведения количественного анализа [8; 13]. Целью количественного анализа рисков есть численное определение величины, как отдельных рисков, так и интегрального риска всего оперативного вмешательства. Но для количественных характеристик нужна определенным способом упорядоченная исходная информация. Применительно к проблемным ситуациям в нейрохирургии, возможна модификация некоторых допущений американского эксперта Б. Берлимера: потери от различных рисков независимы, а максимально возможные потери не должны превышать суммарный риск отдельных операционных вмешательств. Вне зависимости от качества допущений, будущее всегда несет в себе элемент неопределенности. Большая часть данных, необходимых, например, для оценки состояния больного являются неопределенными [8]. В будущем возможны изменения прогноза, как в худшую сторону, так и в лучшую. Анализ риска предлагает учет всех изменений, как в сторону ухудшения, так и в сторону улучшения.

Реальное нейрохирургическое вмешательство реализуется в условиях неопределенности. При его планировании неточно известны будущие параметры результатов исхода оперативного лечения. Возможность негативного отклонения реальных параметров от планируемых параметров, создает риски нейрохирургической операции. При планировании оперативного вмешательства, необходимо с особым вниманием подходить к анализу этих рисков, поскольку должная предоперационная подготовка поможет адекватно оценить эффективность нейрохирургического вмешательства и принять правильное решение относительно способов его реализации. От величины рисков операции, во многом, зависит оптимальность выбранной технологии лечения пациента [13].

В процессе нейрохирургической деятельности подвержены изменению следующие элементы: объем оперативного вмешательства, уровень функциональной значимости оперируемой области, физиологические и психокогнитивные показатели состояния пациента, стоимость медикаментов, оборудования и комплектующих, стоимость обслуживания, и так далее. В результате, выходной параметр— показатели здоровья пациента— будет случайным. Анализ нейрохирургического риска использует понятие «вероятностного распределения 2. Например, риск равен вероятности ухудшения состояния пациента. Чем более широкий диапазон изменения факторов, влияющих на результат нейрохирургической операции, тем большему риску подвержен план операции, тем важнее выполнить предварительный анализ риска.

На первой стадии анализа рисков, необходимо их выявить и произвести классификацию. Особое внимание проявляется, как к рискам с большой вероятностью их наступления, так и к рискам, которые могут нанести максимальный ущерб. Отобрав наиболее важные риски, переходят к их количественному анализу. Важнейшим элементом количественного анализа риска является анализ чувствительности [7; 9]. Для его осуществления необходимо варьировать различные параметры плана операции (объем операционного вмешательства, длительность операции, уровень функциональной значимости оперируемой области, возможные осложнения и т. д.) и посмотреть, как при этом меняются показатели эффективности. При этом выявляются наиболее критичные параметры, которые могут в наибольшей степени влиять на эффективность плана операционного вмешательства. Анализируется область значений неопределенных параметров и неблагоприятных сценариев развития плана операционного вмешательства. В рамках количественного анализа рисков производится также оценка ожидаемого эффекта (интегрального показателя) проекта с учетом неопределенности количественных характеристик (распределением вероятностей, диапазоном изменения неопределенных параметров и т. д.) [8]. На основе интегральных показателей эффективности проектов и с учетом возможных рисков можно принимать решения на консилиуме врачей, о целесообразности реализации проектов, сравнивать проекты между собой и т. д. [9; 7; 14].

Эффективным является комплексный подход к анализу нейрохирургических рисков. Он позволяет получать более полное представление о позитивных и негативных неожиданных ситуациях, ожидающих хирурга, на основе применения вероятностно-статистических методов для анализа клинических рисков. Их формализованные модели допускают не только прямые и обратные задачи, но и очень важные для нейрохирургии задачи исследования чувствительности. В прямых задачах оценка риска происходит на основании информации известной априорной. В обратных задачах устанавливаются ограничения на один или несколько варьируемых исходных параметров, для достижения уровня приемлемого риска. Из-за неизбежной неточности исходной информации, исследование чувствительности базируется на анализе вариативности исследуемых характеристик по отношению к изменяемым параметрам моделей. Чувствительность выражает уровень достоверности исследованных характеристик. Если уровень достоверности неудовлетворительный, то следует, или изменить модель, или дополнительно исследовать варьируемые параметры.

Проект плана операционного вмешательства нейрохирургической операции разрабатывается, базируясь на вполне определенных предположениях относительно текущих характеристик состояния здоровья пациента, уровня функциональной значимости оперируемой области, объемов оперативного вмешательства, материальных затрат, временных рамок операции. Вне зависимости от качества и обоснованности этих предположений, будущее развитие событий, связанных с реализацией плана операционного вмешательства, всегда неоднозначно. В этой связи, практика нейрохирургического планирования рассматривает в числе прочих, аспекты неопределенности и риска [13].

Неопределенность приводит к неоднозначности развития и невозможности точного предсказания основных психокогнитивных характеристик. Хотя неопределенность часто является причиной «головной боли» нейрохирурга, она является объективной средой любой нейрохирургической деятельности. Невозможно создание однозначных условий протекания операций и, тем самым, полное исключение неопределенности. Но, за неопределенностью могут скрываться и положительные возможности, не зафиксированные в первоначальном плане операции. В условиях неопределенности, нейрохирург должен принимать хорошо мотивированные решения, снижающие риск осложнений нейрохирургического вмешательства [14]. Для этого необходимо количественное описание неопределенности. Без этого, лицо, принимающее решение, склонно к рассмотрению самого пессимистического варианта, из-за отсутствия объективных показателей. Но, количественные характеристики, как правило, имеют допустимый интервал значений, что определяет и прогнозируемый показатель и, тем самым, снижает меру ответственности лица принимающего решение. Такой подход не является универсальным способом перевода нейрохирургической проблемной ситуации в проблему нейрохирургии.

Если каждая величина нейрохирургической операции задана однозначно, то принятие решения — это обычно формальное действие, ибо план операции будет почти наверняка принят, если прогнозируемая норма успешности операции выше среднего показателя успешных операций этого вида. В состоянии неопределенности такого однозначного решения нет, что не позволяет однозначно принять или отклонить проект. Здесь появляется фактор риска, определяющий для принятия решения [14]. Поэтому необходимо оценить риск негативных последствий нейрохирургического вмешательства. В нейрохирургии риск отождествляют со снижением количества планируемых успешных операций и появлением значительных дополнительных расходов. Риск

— имманентное свойство нейрохирургической деятельности. Основные риски связаны с артефактами реализуемой технологии лечения и возможностью не получить желаемой отдачи и, тем самым, с невыполнением обязательств по отношению к пациенту.

Методология исследования нейрохирургического риска предполагает использование статистического анализа и вероятностных понятий, что требует значительной количественной информации [5]. Это отпугивает многих нейрохирургов от использования методологии анализа рисков. Но, в ряде случаев, можно избежать статистических представлений, если использовать анализ чувствительности и анализ сценариев нейрохирургических операций. Исследование неопределенности в нейрохирургии предполагает вначале анализ чувствительности, а затем использование статистических моделей. Исследование чувствительности предполагает проведение сравнительного анализа влияния различных факторов нейрохирургической операции на ее эффективность, например, норму успешности нейрохирургических операций определенного рода. В нейрохирургии чувствительность системы используемых параметров определяется несколькими операциями: наделение эффективности нейрохирургической операции статусом системообразующего свойства; выявление нижних и верхних значений неопределенных факторов в операциях определенной модальности как, например, затраты в материальные средства, обеспечивающих подготовку, проведение операции и послеоперационный уход; себестоимость компонентов технологии лечения; время необходимое для реализации технологической траектории лечения [12]; построение графика чувствительности («spider graph») для неопределенных факторов, с целью визуализации наиболее критических факторах проекта [15]. Кроме базового набора исходных данных проекта, анализ сценариев рассматривает и производные характеристики, которые играют свою роль в процессе реализации [6]. В соответствии с этим, строятся, как оптимистические, так и пессимистические сценарии. Имитационное моделирование (методы Монте-Карло) создает дополнительную возможность исследование случайных сценариев [3; 4] и расчетов воздействия неопределенности на эффективность нейрохирургической клинической технологии. Метод Монте-Карло может обеспечить необходимый набор данных, о клинической эффективности данной модальности нейрохирургической технологии. Это позволит нейрохирургу принять взвешенное решение, повысит эффективность операционного лечения и уменьшит количество судебных исков пациентов.

Литература:

1. Гибсон Д. Экологический подход к зрительному восприятию — М . Прогресс 1988 - 464 с.
2. Ласло Эрвин. Холизм в современной науке // Лайтман М., Ласло Э. Вавилонская башня. Последний ярус. — Тель-Авив, 2011.- 230 с.'
3. Михайлов Г. А., Войтишек А. В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло - Издательство: «Академия», 2006. - 368 стр.
4. Строгалева В. П., Толкачева И. О. Имитационное моделирование — МГТУ им. Баумана, 2008. — С. 697-737.
5. Analysis of risk Factors associated with radiosurgery for vestibular schwannoma / Foote KD, Friedman WA, Vuatti TM, Meeks SL, Bova FJ Kubilis PS // J Neurosurg.- 2001 - Vol. 95, N 3, - P.440-9.
6. Chermack T. Scenario Planning in Organizations: How to Create, Use, and Assess Scenarios - Berrett-Koehler Publishers, 2011. - 288 p.
7. Garrison R., Noreen E.. Managerial Accounting: Concepts for Planning Control Decision Making. IRWIN, Seventh Ed. 1994.
8. Harbaugh RE. Quality assurance in neurosurgery: United States concepts // Acta Neurochir Suppl. - 2001. - V.78. - P.53-58.
9. Limitations of Acceptability Curves for Presenting Uncertainty in Cost- Effectiveness Analysis / B. Groot Koerkamp, M. G. M. Hunink, T. Stijnen J. K. Hammit, K. M. Kuntz, M. C. Weinstein // Medical Decision Making -2007 -Vol.27, N2. -P. 101-111.
10. Mitchell P. Risk analysis of treatment of unruptured aneurysms / Mitchell P, Jakubowski J. // J Neurol Neurosurg Psychiatry.- 2000-May;68(5). - P. 577-80.
11. Quantitative analysis of adverse events in neurosurgery / Houkin K, Baba T, Minarnida Y, Nonaka T, Koyanagi I, Iiboshi S. // Neurosurgery - 2009 Vol' 65, N 3. - P. 587-594.
12. Rutigliano M. J. Cost effectiveness analysis: a review // Neurosurgery — 1995. - Vol. 37, N 3. - P. 436-43; discussion 443-4.
13. Steiger H-J, Uhl E. Risk control and quality management in neurosurgery. - Published by Springer Verla Wien, Wien, 2001,— P 227.
14. Stein S. C. Decision analysis to estimate cost effectiveness in neurosurgery / Stein S. C., Burnett M. G. // Neurosurg Focus. - 2002 - Vol 1512 N4. - P. e5.'
15. Vose D. Risk Analysis: A Quantitative Guide- Wiley 3 edition 2008 - 752 p.