

Федеральное агентство научных организаций
Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики Российской академии наук»
Межрегиональная ассоциация когнитивных исследований
Российская ассоциация нейроинформатики
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ООО «Медуза»

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА В КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ – 2017

ТРУДЫ V ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Нижний Новгород
ИПФ РАН
2017

Программный комитет конференции

Председатель:

Анохин Константин Владимирович (НИЦ «Курчатовский институт», ИНФ им. П.К. Анохина, Москва)

Заместители председателя:

Александров Юрий Иосифович (Институт психологии РАН, Москва)

Сергеев Александр Михайлович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Черниговская Татьяна Владимировна (СПГУ, Санкт-Петербург, НИЦ «Курчатовский институт», Москва)

Члены программного комитета:

Антонец Владимир Александрович (ННГУ, ИПФ РАН, Н. Новгород)

Величковский Борис Митрофанович (НИЦ «Курчатовский институт», Москва)

Григорьева Вера Наумовна (НГМА, Н. Новгород)

Дорожкин Александр Михайлович (ННГУ, Н. Новгород)

Дунин-Барковский Виталий Львович (ЦОНТ НИИСИ РАН, Москва)

Жданов Александр Аркадьевич (ИТМиВТ РАН, Москва)

Еськов Валерий Матвеевич (СурГУ ХМАО-Югры, Сургут)

Иваницкий Алексей Михайлович (ИВНДиНФ РАН, Москва)

Казанцев Виктор Борисович (ННГУ, Н. Новгород)

Кибрик Андрей Александрович (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)

Крылов Андрей Константинович (Институт психологии РАН, Москва)

Подладчикова Любовь Николаевна (НИИ НК ЮФУ, Ростов-на-Дону)

Полевая Софья Александровна (ННГУ, НГМА, Н. Новгород)

Парин Сергей Борисович (ННГУ, Н. Новгород)

Ратушняк Александр Савельевич (КТИ ВТ СО РАН, Новосибирск)

Редько Владимир Георгиевич (ЦОНТ НИИСИ РАН, Москва)

Станкевич Лев Александрович (СПИИ РАН, Санкт-Петербург)

Самарин Анатолий Иванович (НИИ НК ЮФУ, Ростов-на-Дону)

Чернавская Ольга Дмитриевна (Физический институт РАН, Москва)

Шахов Борис Евгеньевич (НГМА, Н. Новгород)

Яхно Владимир Григорьевич (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Оргкомитет конференции:

Сергеев Александр Михайлович (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *председатель*

Яхно Владимир Григорьевич (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *зам. председателя*

Парин Сергей Борисович (ННГУ, Н. Новгород) – *зам. председателя*

Нуйдель Ирина Владимировна (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *ученый секретарь*

Антонец Владимир Александрович (ННГУ, ИПФ РАН, Н. Новгород)

Беллюстин Николай Сергеевич (НИРФИ, Н. Новгород)

Баевский Юрий Евгеньевич (НИУ ВШЭ, Н. Новгород)

Воловик Михаил Григорьевич (НижНИИТиО Минздравсоцразвития, Н. Новгород)

Стасенко Сергей Викторович (ННГУ, Н. Новгород)

Ковальчук Андрей Викторович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Полевая Софья Александровна (ННГУ, НГМА, Н. Новгород)

Соколов Максим Евгеньевич (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Тельных Александр Александрович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Шемагина Ольга Владимировна (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Редакционная коллегия:

*В.А. Антонец, И.А. Кокорина, И.В. Нуйдель, С.Б. Парин, С.А. Полевая,
А.М. Сергеев, В.Г. Яхно*

Конференция организована при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований
(грант РФФИ № 17-02-20283Г, договор № 17-02-20283/17 от 30.05.2017)
и ФАНО (соглашение № 007-02-1255/1 от 11.04.2017 между ФАНО и ИПФ РАН)

Электронный адрес оргкомитета: nuidel@appl.sci-nnov.ru
Веб-сайт конференции: <http://nd-cogsci.iapras.ru/2017/index.html>

Обратимая системная дедифференциация при регрессии: шаг назад для движения вперед

Ю.И. Александров

Лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова Института психологии РАН, Москва
yuraalexandrov@yandex.ru

Под регрессией обычно понимается понижение уровня организации поведения, возвращение его на более ранние стадии развития, к более ранним поведенческим моделям, «возвращение в детство». Феномены регрессии наблюдаются при стрессе, разнообразных заболеваниях, сильных эмоциях, при введении алкоголя. Цель нашего экспериментально-теоретического исследования состояла в том, чтобы выявить, какие закономерности динамики субъективного опыта и ее мозгового обеспечения лежат в основе феноменов, описываемых как регрессия и выявляемых при, казалось бы, весьма разнородных состояниях и воздействиях. Достижение этой цели осуществлено нами путем многоуровневого (от генетической и импульсной активности нейронов животных до поведения здоровых людей и людей, страдающих хроническим заболеванием) анализа динамики субъективного опыта в ситуациях, связываемых с регрессией. Ранее нами было установлено, что осуществление поведения обеспечивается посредством реализации новых, наиболее дифференцированных функциональных систем (элементов опыта), сформированных на сравнительно более поздних этапах развития, и одновременной актуализации множества более старых, менее дифференцированных систем, сформированных на более ранних этапах индивидуального развития. Нами были приведены теоретические и эмпирические аргументы в пользу того, что чем выше пропорция активных в реализующемся поведении элементов, принадлежащих низкодифференцированным системам, тем выше интенсивность эмоций.

В экспериментальных исследованиях мы обнаружили, что при остром введении алкоголя происходит регрессия, в основе которой лежит обратимая дедифференциация: относительное увеличение представленности в актуализированном опыте низкодифференцированных систем. При анализе варибельности сердечного ритма было обнаружено, что сложность организации поведения под действием алкоголя достоверно понижается; это, в частности, манифестируется уменьшением межиндивидуальных различий социального поведения людей, решающих моральные дилеммы в контроле и после приема алкоголя. При научении в условиях алкогольной регрессии меньше (поведенческий критерий) учитываются ошибки, возникающие в процессе обучения, а также в меньшей степени (нейрогенетический критерий: анализ экспрессии ранних генов), чем в контроле, выражено вовлечение корковых областей мозга (в которых мы обнаружили ранее много нейронов наиболее дифференцированных систем) как в формирование новых эле-

ментов опыта, так и в «подстройку» (реконсолидационную) имеющегося опыта к добавлению новых элементов при научении.

Нами экспериментально показано, что в состоянии стресса люди регрессируют к более ранним, «детским» формам поведения, что выражается в предпочтении ими стратегии поддержки «своего», даже если он поступает несправедливо. Однако организация этих форм поведения у взрослых в состоянии стресса отличается от организации поведения у детей. Опыт как целостная структура содержит в каждом элементе в той или иной степени «следы» других элементов, отражающие сформированные при научении межсистемные связи. Следовательно, даже в случае наиболее выраженной регрессии полностью «вычисть» новый опыт и вернуться к состоянию бывшему до его формирования на предыдущих этапах развития невозможно.

Особенностью научения в ситуации стрессовой регрессии (как и при алкогольной интоксикации) является обратимая дедифференциация, выражающаяся в уменьшении активности корковых структур. При длительном существовании стрессующего влияния, обусловленного течением болезни, индивидуальное развитие приобретает форму увеличения доменоспецифичной дифференцированности систем (т. е. более выраженное повышение дифференцированности в одном домене опыта по сравнению с другими); она связана с формированием поведения, направленного на достижение специфических для состояния болезни адаптивных результатов.

Результаты экспериментов, проведенных нами на математической модели, соответствуют предположению об обратимой дедифференциации как об одном из механизмов увеличения эффективности научения в стрессовой ситуации. Обнаружено, что происходящая при стрессе дедифференциация достоверно ускоряет научение в новой для индивида «стрессовой» проблемной области за счет того, что «деактивируется» имеющийся опыт и решение «фокусируется», сразу обращаясь к поиску новых для индивида способов.

Наше исследование и анализ литературы выявляют сходство ряда закономерностей развертывания стресса, научения, развертывания высокоэмоциональных состояний, болезни и алкогольной интоксикации. Сходство этих состояний заключается в происходящей дедифференциации, суть которой состоит в том, что при стрессе и повышении интенсивности эмоций, как и при введении алкоголя, наблюдается уменьшение сложности организации поведения.

Имеются аргументы в пользу того, что стресс и научение тесно взаимосвязаны и их основу составляет развертывание системогенеза на фоне более или менее длительной и более или менее выраженной дедифференциации. Вместе с тем имеется существенное различие между стрессом и «обычным» научением, хотя в обоих случаях происходит начальное повышение эмоциональности и изменение соотношения высоко- и низкодифференцированных систем в пользу последних. При «обычном» научении использование ранее созданных моделей поведения может быть часто изменено за счет их некоторого усовершенствования, дополнительной дифференциации имеющегося опыта, т. е. за счет формирования следующей, еще более дифференцированной системы, «наслаивающейся» на уже существующие системы высокого уровня дифференциации и еще больше повышающей дифференцированность ранее сформированного домена опыта. В некоторых же ситуациях, в том числе стрессогенных, новизна и эмоциональность которых особенно выражена, необходимо построение модели *de novo* или почти *de novo*. Для такого построения трудно использовать дополнительную дифференциацию в рамках прежних моделей, а сама новая модель предполагает реорганизацию существующих доменов. Поэтому, хотя дифференциация в индивидуальном развитии и происходит, но результирующая дифференцированность вновь созданных моделей в случае эффективной адаптации к стрессовым условиям оказывается сравнительно низкой, феноменологически «детской». Научение в той или иной мере включает в себя стресс, а стресс – научение, и в этих ситуациях (вернее, в этой ситуации индивидуального развития, имеющей разную выраженность стрессорного компонента) есть дедифференциация, селекция и реконсолидация. Существенно, однако, то, насколько выражен стрессорный компонент, какова глубина и длительность дедифференциации. При большой новизне ситуации и начале системогенетических процессов в новом (или малодифференцированном) домене опыта дедифференциация эффективна тем, что ускоряет формирование новых моделей адаптации.

Обратная сторона дедифференциационного процесса (подавление актуализации ранее сформированных систем) состоит в том, что уменьшается роль этих систем в формировании первых проб нового поведения, а также подавляется процесс селекции активированных нейронов для реконсолидационных модификаций старого опыта и для образования новых специализаций. Это проявляется, как показано нами, в подавлении по сравнению с «обычным» научением генетической активации нейронов при стрессовой и алкогольной дедифференциации. Данные «минусы» в ситуации выраженного стресса могут компенсироваться отставленным формированием дополнительных, более дифференцированных систем во вновь сформированном домене; при этом человек лучше преодолевает негативные последствия

стресса. Но если говорить о ранних эффектах дедифференциации, то, по-видимому, существуют ее оптимальные уровни, уже повышающие скорость и эффективность научения, но еще не обуславливающие появление слишком выраженных ее «минусов» (U-образная зависимость между эффективностью формирования опыта и выраженностью стресса).

В то же время имеются данные о том, что сразу после стрессового воздействия эффект подавления актуализации памяти может быть не выражен, но через полчаса он проявляется и не исчезает после возвращения уровня кортизола к фоновому уровню. При этом эффект может не распространяться на «сильную» память. Возможно, подобная организация стрессового эффекта обусловлена эволюционно отобранной стратегией формирования адаптационного поведения. Первое, что происходит при возникновении стрессовой ситуации, – срочная активация имеющейся у индивида памяти для ее использования в возникшей ситуации. Здесь блокада памяти и активности корковых структур была бы бесполезна. Наоборот, полезно было бы увеличение мозговой активации, захватывающей как подкорковые, так и корковые структуры, в попытке обнаружить в опыте и актуализировать подходящую модель целостного взаимодействия со средой, которое может служить разрешению стрессовой ситуации. Если после ряда подобных попыток разрешение не наступает («подходящего» опыта нет), необходимым оказывается формирование нового опыта, для ускорения чего, как уже говорилось, эффективна обратимая дедифференциация, связанная с частичной блокадой памяти. По-видимому, в первую очередь – реже используемой, менее значимой для субъекта, т. е. менее «сильной».

Регрессия проявляется и в структуре коллективной памяти, в культуре, выступая как архаизация – процесс упрощения, примитивизации социокультурной системы, сдвиг ее к более ранним формам. Предполагается, что этот процесс может иметь адаптационный характер, являясь не деструкцией, сломом, а социальным механизмом, обеспечивающим выживание за счет, как правило, временного упрощения.

Возможно, именно системогенетическое («развитийное») значение дедифференциации, феноменологически описываемой как регрессия и являющейся общим механизмом перестройки взаимодействия организма со средой в разных ситуациях, в которых прошлые модели поведения стали малоэффективными, оказывается наиболее существенным фактором не только закрепления ее в эволюции как компонента стрессовой адаптации, но и вообще ее возникновения в тех ситуациях, которые предполагают формирование новых и масштабную модификацию имеющихся адаптаций в условиях изменения внешней и/или внутренней среды.

Важно подчеркнуть, что предложенное представление о регрессии не просто объединяет ряд разных процессов и состояний общим объяснени-

ем, но и дает это объяснение в терминах развития. Это важно не только потому, что идея развития (как индивидуального, так и исторического) принадлежит к ядру развиваемого нами на протяжении многих лет системно-эволюционного подхода. Но и потому, что эта идея заложена В. Вундтом в самые основания экспериментальной психологии. Говоря более столетия назад о психологии как области исследования, Вундт подчеркивал,

что если удастся в этой области подвести факты под законы, то эти законы удовлетворят нас только в том случае, если они будут носить характер законов развития. Мы полагаем, что наши исследования регрессии – еще один шаг на пути к формулировке этих законов.

Поддержано Российским научным фондом (грант № 14-28-00229).