

Футурист в физиологии: к 120-летию Николая Александровича Бернштейна

И.Е. Сироткина*,

Институт истории естествознания и техники РАН, Москва, Россия,
isiro1@yandex.ru

Статья посвящена 120-летию со дня рождения Николая Александровича Бернштейна (1896–1966) — выдающегося ученого-физиолога, внесшего вклад и в другие области знания, в том числе, моделирование биологических систем и когнитивные науки. Исследование основано на анализе публикаций и архивных материалов, включая интервью с учениками Н.А. Бернштейна, проведенные автором в конце 1980-х гг. В статье излагаются идеи и концепции ученого, в которых тот значительно опередил свое время и предвосхитил исследования управления движениями, по крайней мере, на столетие вперед. Анализируются отличия теории построения движений Бернштейна от теории условного рефлекса И.П. Павлова. Вкратце рассматривается развитие идей Бернштейна в современной отечественной нейронауке. Утверждается, что популярное сегодня понятие «кинестетического воображения» имеет свои соответствия в концептуальном аппарате Бернштейна, в продолжение категорий «двигательной задачи» и «модели потребного будущего».

Ключевые слова: Н.А. Бернштейн, футуризм, физиология движений, кинестетическое воображение, Moscow Motor School.

Памяти моих научных руководителей
Михаила Григорьевича Ярошевского (1915–2002) и
Иосифа Моисеевича Фейгенберга (1922–2016)

Введение

«Оле на память о том, что будет!» — такую дарственную надпись оставил поэт-футурист Игорь Терентьев на своем «Трактате о сплошном неприличии»¹. Футуристы, начиная с Ф.-Т. Маринетти, поставили тему будущего в культуре широко, публично, даже скандально. Своим главным противником они избрали пассаизм: культ прошлого, музейщину, а также детерминированность прошедшими событиями. Они пытались освободить место новому: спонтанности, творчеству, воображению. Жизнь, по крайней мере, жизнь художника, творца, они представляли детерминированной только будущим — тем, чего еще нет, что только предстоит создать. В их космосе место каузальных причин заняли цели, интенции и другие продукты воображения.

Вместе с футуристами над тем, что у человека есть «память о будущем», задумались ученые. Одним из первых об этом стал писать молодой физиолог Нико-

лай Александрович Бернштейн, в Советской России. Уже в самом начале своей работы исследователя он выступил с критикой И.П. Павлова, считая, что теория условных рефлексов не может объяснить образования двигательного навыка у человека — не может потому, что игнорирует целесообразность, интенциональность человеческих движений. Его первая статья на эту тему, «Трудовые тренировки и условные рефлексы» [3], вышла в 1924 г. в «Организации труда», журнале Центрального института труда (ЦИТ), который возглавлял революционер, рабочий-металлист и поэт А.К. Гастев. И хотя ни Гастев, ни ЦИТ формально отношения к футуризму не имели, их деятельность оказалась удивительно созвучна футуристическому духу эпохи.

Как и футуристы, и пролеткультовцы, Гастев — реформатор культуры и языка, автор ряда замечательных неологизмов. Он говорил о кинематическом вихре современности, о «трудовых установках», о «построении движений», о «системе, состоящей из

Для цитаты:

Сироткина И.Е. Футурист в физиологии: к 120-летию Николая Александровича Бернштейна // Культурно-историческая психология. 2016. Т. 12. № 4. С. 39–47. doi:10.17759/chp.2016120404

* Сироткина Ирина Евгеньевна, кандидат психологических наук, PhD, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники РАН, Москва, Россия. E-mail: isiro1@yandex.ru

¹ «Трактат» издан в Тифлисе в 1920 г. футуристической группой 41°, основанной Терентьевым, Алексеем Крученых и Ильей Зданевичем [11, с. 202].

орудия производства и работника, обслуживающего это орудие» — системе «человек-машина» [5, с. 3]. Эти идеи вдохновили и Бернштейна. Первое, чем тот стал заниматься у Гастева, была работа над созданием «нормалей» — образцов рабочих движений. На основе анализа двух трудовых операций, удара молотком по зубилу и опиловки напильником, Бернштейну удалось создать новую теорию движений, кардинально отличавшуюся от теории условных рефлексов. Различия Бернштейна и Павлова во многом были обусловлены разной феноменологией². В экспериментах по выработке условных рефлексов животное обездвигивалось, закреплялось в специальном станке, помещалось в «башню молчания», а потому и реакции его были «условными» — такими, которые не являются значимыми в естественных условиях. В отличие них, совершающиеся в естественных условиях движения человека целенаправленны и осмысленны. Их инициатива исходит не из внешней среды, как ответ на стимул, а принадлежит организму, который в этот момент активен. Бернштейн стал работать в новой парадигме, которая впоследствии получила название «целостной», «холистической» или «системной». В его теории двигательный акт — результат сложного процесса «построения» или «организации», системное, или мета-качество, возникающее в процессе работы системы. «... В каждой фазе своего развития и становления мозг есть *организованная система*» — писал он уже в середине 1930-х гг. «Качества и возможности нервного процесса <...> отсутствуют в каждом из слагающих; они возникают только как *необходимое следствие организации нервного процесса и кроются именно в системных взаимоотношениях, определяемых этой организацией*» [7, с. 325—326; *курсив в оригинале*].

Во всем этом можно увидеть влияние популярной тогда, в том числе в России, гештальтпсихологии. Не случайно один из ее создателей, Вольфганг Кёлер, стал мишенью критики И.П. Павлова. В некотором смысле, Павлов начал работать с приматами именно для того, чтобы опровергнуть выводы Кёлера о мышлении как гештальте. Невролог Курт Гольдштейн и зоопсихолог Фредерик Бойтендайн, ориентированный на феноменологию, в свою очередь, критиковали условный рефлекс за искусственность, называли артефактом, продуктом лабораторного исследования. Бернштейн с энтузиазмом эту критику подхватил и охотно того и другого цитировал: «Похоже, как это отметил уже Гольдштейн, что эксперименталисты находили то, чего они искали — на изолированные раздражения они получали ответы, которые при некоторой терпимости к деталям можно принять за изолированные реакции»; «по изящному выражению Бойтендайка, “рефлекс — это не элемент действия, а его предельный случай”» [7, с. 246—247]. Все эти ученые считали, что понятие условного рефлекса совершенно не описывает того, как организмы функ-

ционируют в реальных, а не лабораторных обстоятельствах. И именно по этой причине они оказались идеологическими противниками и были заклеены как «гештальтисты», «виталисты» и «идеалисты». Бернштейн рисковал оказаться в одной с ними компании, что было небезопасно. Отдавая себе отчет в привлекательности холизма, Бернштейн, тем не менее, оговаривается, что его теория — не «гештальт». Различия заключаются и в том, как именно складывается «целостность» — в закономерностях «организации». Бернштейн вводит различие существенных и несущественных параметров движения. Первые он называет «инвариантами»; соблюдение их обязательно — без них движение становится иным, выполняет другую задачу. По отношению ко вторым, несущественным, движение может изменяться, варьировать. Какие параметры окажутся существенными для данного движения, определяет двигательная задача. Задача эта формулируется не только на языке нервно-мышечного аппарата, но и в категориях внешнего мира; ее содержание определяет конструкцию движения.

Ученик и сотрудник Бернштейна Д.Д. Донской рассказывал автору этих строк, что однажды им удалось поставить очень интересный опыт — циклограмму десятию синхронизированными камерами спринтерского бега. Бежал тогдашний чемпион СССР Сухарев, который имел на стометровке время 10,3 сек. Но, как только Н.А. узнал, что Сухарев пробежал дистанцию за 13,3 или 13,4 сек, немедленно отдал распоряжение: негативы не обрабатывать. Движение на иной скорости, с иными установками, целями — совсем иная система, — комментировал этот случай Д.Д. Донской. Именно поэтому, утверждал Бернштейн, нельзя тренировать движение, которое требуется выполнить быстро, сначала в медленном темпе — ведь при этом будет вырабатываться двигательная конструкция, не имеющая ничего общего со стоящей двигательной задачей. В отличие от Павлова, уподоблявшего движение рефлексу — простой реакции на стимул, концепция построения движений трактовала их как процесс, по сложности сравнимый с интеллектуальным актом.

Построение движений и кинестетическое воображение

L'imagination est ce qui tend à devenir réel.
*André Breton*³

«Кинестетическое воображение» — термин современного словаря, и Бернштейн его не использовал. Тем не менее, сам феномен предвосхищения, антиципации, заглядывания вперед его живо интересовал. В последние годы жизни ученый опубликовал несколько небольших статей в научно-популярном

² Эту мысль высказывал М.Г. Ярошевский, в частности, в беседе с автором этих строк.

³ «Воображение — это то, что имеет склонность становиться реальностью». *Андре Бретон* [22, с. 99]. Этот раздел статьи частично основан на нашей с соавтором работе [24].

журнале «Наука и жизнь». Статьи эти отражают широту его кругозора и до сих не потеряли интерес. Одна из них, озаглавленная «Смерть от страха ожидания смерти» [6], начинается с цитаты из гоголевского «Вия». Помните кульминационный эпизод рассказа, когда Вий вскрикнул «Вот он!» и оставил на Хому Брута железный палец? Несчастный философ «грязнулся на землю, и тут же вылетел дух из него от страха». Это сказки, поэтический вымысел, — комментирует Бернштейн. Но возможно ли что-либо подобное в действительности? И продолжает: «Каждый из нас испытал хотя бы раз в жизни, какое сильное чисто физиологическое действие способно произвести в нас предвидение опасности: лицо бледнеет, сердце начинает биться ускоренно и неровно, пот выступает на лбу и т. д. Может ли, однако, совокупная вегетативная реакция на предугадываемое будущее достигнуть такой силы, чтобы действительно оказаться причиной смерти?» [6, с. 149]. И далее Бернштейн пересказывает случай, который узнал из работы Альберта де Роша (Albert de Rochas) — ученого-любителя, жившего в Париже на рубеже XIX и XX вв. и известного в то время своими исследованиями в области гипноза и внушения [6, с. 149].

Надзиратель одного парижского лица своим поведением вызвал к себе ненависть со стороны студентов, и они решили отомстить ему. Несколько студентов схватили его, заперлись с ним в темной комнате и стали производить над ним суд, причем перечислили все его преступления. Присудили обезглавить его. Принесли топор и плаху и объявили осужденному, что ему остаются только три минуты на то, чтобы покончить все земные расчеты и приготовиться к смерти. По прошествии этого срока ему завязали глаза, принудили его стать на колени, обнажили ему над плахой шею, и один из участников этой жестокой забавы нанес ему мокрым полотенцем удар по спине. После этого присутствующие с хохотом предложили ему подняться. К их великому удивлению и испугу, приговоренный не двинулся с места: он был мертв.

Философ Людвиг Витгенштейн считал способность предвосхищать, предвидеть, воображать будущее важнее способности предсказывать: «нельзя предсказать (to predict) того, чего нельзя предвидеть (to anticipate), как нельзя предвосхищать то, что можно предсказать» [цит. по: 19, с. 71]. Об антиципации как бессознательном, по преимуществу, предвидении много писали исследователи уже в XIX в. Однако, начиная с Зигмунда Фрейда, бессознательное стало связываться не с будущим, а с прошлым. В отличие от многих его коллег (и, прежде всего, Павлова), Бернштейна интересовали детерминанты действия, связанные не только и не столько с прошлым, сколько с будущим. Физиолог Ален Бертоз, считающий себя учеником Бернштейна, напоминает, что тот одним из первых сделал антиципацию, «опережающее отражение», конструктивным элементом движения и вспоминает удивительную формулу ученого: «поза — это подготовка к действию» [19, с. 88]. В книге «Физиология и феноменология действия» Бертоз и феноменолог Жан-Люк Пети обсуждают два тесно связанных между собой понятия — «антиципация» и «кинестетическое воображение». Как многое в совре-

менной философии, оба понятия восходят к Иммануилу Канту. Философ считал движение, взятое как описывающее некое пространство, чистым актом последовательных синтезов многообразия во внешней интуиции, посредством продуктивного воображения. Как таковое, движение принадлежит не только к геометрии, но и к трансцендентальной философии [см.: 19, с. 92–93]. Следуя И. Канту, авторы проводят различие между «схемой» (*schema*), или зрительным образом, и «схематизмом» (от греч. *schemata*, англ. *scheme*), психологическим концептом, включающим действие и тело. Воображение, утверждая они, и является способностью к «схематизму», «схематизации». Способность постоянно схематизировать свой опыт Кант приписывал то воображению, то пониманию, и считал, что в той степени, в какой способность эта опирается на спонтанность, она включает в себя «естественную поэтику» [19, с. 117–119]. Каким образом, спрашивают Бертоз и Пети, эти формальные аспекты могут проявляться в чем-то — например, в субъекте, который является принципиально временным? И отвечают: формальные аспекты проявляются в деятельности антиципации, осуществляемой воспринимающим субъектом.

В связи с этим Бертоз вспоминает свой визит в Физиологический научно-исследовательский институт, носящий имя академика А.А. Ухтомского, в Ленинграде. Произошло это в 1970 г., когда Павлова давно уже не было на свете, однако лаборатория физиологии двигательного анализатора, павловская по названию и установкам, еще существовала. Ее сотрудник, физиолог А.С. Батуев (ученик павловца Э.Ш. Айрапетьянца), показал гостю эксперименты с собаками, которые когда-то начал Павлов. В этих экспериментах, в противоположность тому, что можно было бы ожидать в соответствии с теорией условных рефлексов, собака бурно реагировала на кошачье мяуканье, но оставалась индифферентной к чистому звуку той же частоты. Мозг, комментирует эти результаты А. Бертоз, явно интересуется те события, которые имеют смысл — принадлежат к *Umwelt*, жизненному миру реагирующего субъекта. Подобные результаты побуждают от нейрофизиологии «снизу вверх» перейти к нейрофизиологии «сверху вниз» [19, с. 129–130]. Это и станет, считает Бертоз, тем решающим шагом, который начал подготавливать Бернштейн — не случайно одной из своих последних прижизненных публикаций ученый дал программное название «От рефлекса к модели будущего» [17].

Как способность воображения, так и ее продукт — схематизация опыта находят свое место в организации движения. Еще в 1911 г. английские физиологи Генри Хэд и Гордон Холмс ввели понятие о «схеме тела» — «body image, body schema» [см.: 26, с. 42]. Обсуждая кинестезию в терминах интенциональности и целенаправленности, феноменолог Морис Мерло-Понти утверждал, что «установка на открытость будущему движению неотделима от текущего телесного опыта» [цит. по: 23, с. 187]. Опыт же этот — не движение и не ментальный образ, а скорее предвосхищение (антиципация) или приближение к цели, осуществляемое

с помощью тела как движущей силы, «двигательного проекта» или «двигательной интенциональности». Французский кинезиолог и исследователь танца Юбер Годар считает «виртуальное», предвосхищенное или воображаемое движение само по себе «физическим событием» [цит. по: 23, с. 13]. Он описывает «пред-движение» — процесс антиципации, начинающийся сокращением мышц той части тела, которая будет вовлечена в движение. Если, к примеру, стоящего человека попросить поднять руку, первыми включатся мышцы голени и ноги — для восстановления равновесия, нарушенного в результате перемещения центра тяжести. Считается, что такое «пред-движение» на четверть секунды опережает начало самого движения (в данном случае поднятия руки), т. е., происходит не как рефлекс, а начинается в нервных центрах, запускается намерением двигаться. Современный философ Сьюзен Стюарт предпочитает говорить не об антиципации, а об «апперцепции» [26]; она же приводит понятие о «кинетической мелодии» [25, с. 42], приписывая его А.Р. Лурия (хотя, скорее всего, тот позаимствовал это понятие у Бернштейна, а тот, в свою очередь, у немецких физиологов).

«Кинестетическое воображение» во многих отношениях синонимично предвосхищению-антиципации. Считается, что одним из первых это понятие предложил американский искусствовед и критик Джон Мартин в применении к исследованиям танца и его восприятия. Он считал, что за восприятие движения отвечают две способности: «кинетическая эмпатия», т. е. способность вчувствоваться в движениях других людей и неодушевленных предметов, и «кинетическое воображение» [цит. по: 20, с. 228]. Еще ранее Вильям Джеймс обсуждал вопрос о том, является ли двигательное воображение припоминанием «воскрененных чувств», которые в прошлом возникали в разных частях тела при совершении движений (речь шла скорее о ментальных репрезентациях ощущений, чем о собственно кинестетических переживаниях) [21, с. 81–83]. Моторная природа кинестетического воображения вполне признана только в 1980-е гг., во многом благодаря работам спортивных психологов, а также медиков, проводивших реабилитацию пациентов с двигательной недостаточностью или симптомами вроде фантомной боли. Исследователи пытались показать, что двигательное воображение задействует те же участки мозга, что и реальное движение, однако выяснили, что активация двигательной системы при кинестетическом воображении и та, которая имеет место при моторном возбуждении, не идентичны и пересекаются только частично. Кроме того, было найдено, что во время воображения движения активность двигательной коры слабее, чем при его реальном исполнении [27].

Термин «кинетическое воображение» остается крайне востребованным в исследованиях движения и танца. В Манчестерском университете осуществляется большой проект по изучению того, как происходит восприятие танца, участники которого работают с понятиями кинестетической эмпатии и кинестетического воображения. При этом их понимание «вообра-

жения» ближе к тому, что Кант назвал воображением «продуктивным», творческим. «Актами кинестетического воображения» называются «двигательные события, которые прерывают нормативные, привычные способы использования энергии и вызывают инновации в производстве, распределении и сохранении энергии в теле» [23, с. 4]. В этих актах присутствует тонкий баланс между обусловленностью обстоятельствами, т. е., детерминизмом, и собственной активностью субъекта, «агентностью» (agency). Акты воображения могут посредством работы с символическими системами дестабилизировать фиксированные значения и представления. Понятием кинестетического воображения охотно пользуются как теоретики и исследователи движения, так и практики — спортсмены, тренеры, танцовщики — они используют «идеомоторное», воображаемое движение для обучения новым навыкам. Так, например, прежде чем исполнить какое-то сложное движение, тренирующегося просят многократно повторить его в своем воображении.

Феноменолог Максин Шитс-Джонстон показывает, что кинестетическое воображение требуется как для совершения движения, так и для его восприятия. Она приводит в пример человека, танцующего по кругу — образуя определенную форму, или гештальт, его движения воспринимаются целостно: «Мы формируем воображаемый гештальт, представляя каждый момент круга как пространственно-временное настоящее в отношении к пространственно-временному прошлому и будущему. Настоящее — это прыжок из прошлого в будущее. Это переходный момент воображаемого пространственно-временного целого, а не какое-то изолированное настоящее. Соответственно, это не последовательность образов, а единая и неразрывная круговая линия» [28, с. 116]. Не является ли эта круговая линия одним из лейтмотивов Бернштейна, сделавшего «сенсорные коррекции», или «обратную связь» ядром своей теории?

Движение к цели, или модель потребного будущего

Модель движения, построенного на обратных связях, сложилась у ученого очень рано, в ЦИТе, в результате самых первых исследований по биомеханике. Уже в 1923 г. Бернштейн обнаружил, что кривые циклограмм можно аппроксимировать с помощью быстро сходящихся сумм Фурье: «Движение анатомически весьма сходно с гармоническими колебаниями неизменяемого, подвешенного за один конец стержня, т. е. с маятникоподобным движением. А из этого, в свою очередь, следует, что изучаемые нами силы весьма близки к простым упругим силам» [2, с. 70]. Это означало, что зависимость между напряжением и длиной мышцы, как и между моментом силы и углом наклона маятника не односторонняя, а взаимная — кольцевая цепь причин и следствий. Математически это могло быть выражено в виде дифференциального уравнения второго порядка. Через несколько лет Бернштейн написал: «... каждый мо-

торный импульс, приводя к двигательному эффекту на периферии, тем самым вызывает проприоцептивные, центростремительные иннервации, влияющие в свою очередь на дальнейшее протекание моторных импульсов. Таким образом, здесь получается некая циклическая связь» [4, с. 260]. Эта циклическая связь и получила название «сенсорных коррекций».

Факт существования коррекций предполагает некий образец, модель для сравнения. Бернштейн подыскивал для нее термин: «проект движения», «двигательное намерение», «план», «формула движения», «двигательная задача» и остановился на этом последнем. Задача несет в себе существенные, инвариантные характеристики движения, которыми организм не может поступиться, иначе движение теряет свой смысл. Поэтому задача организует, руководит процессом осуществления движения, конкретно — определяет те сенсорные коррекции, которые при построении данного движения будут ведущими. Она формируется на основе «образа будущего результата» или «модели потребного будущего» — принадлежа будущему, в настоящем она дана в виде мозговой модели требуемого результата и способа его достижения. Бернштейн одним из первых стал разрабатывать идею активного моделирования мозгом внешнего мира, предположив, что при формировании модели мозг использует операторы, определенным образом структурирующие приходящую извне информацию, и вносит тем самым свою добавку в создаваемую картину мира. Согласно его ученику И.М. Фейгенбергу, «моделирование будущего» выполняет две функции в осуществлении активного поведения: «вероятностного прогнозирования» будущей ситуации и формирования образа будущих результатов и действий (собственно «модель потребного будущего») [16, с. 88].

Новаторские, «футуристические» работы Бернштейна часто встречали непонимание: его исследования по биомеханике и использование математического аппарата дали повод для обвинений ученого в «механицизме». Из-за введения в физиологию понятий двигательной задачи ученого отчитывали за идеализм и телеологию. Создание культа вокруг имени Павлова добавило еще один повод для придинок к ученому, известному своей критикой теории условных рефлексов. В 1937 г. ему пришлось отдать указание в типографию рассыпать уже готовый набор своей книги «Современные искания в области физиологии нервного процесса», в которой ученый не скрывал своих расхождений с Павловым. В результате Бернштейн не имел возможности реализовать исследовательские планы, и ему приходилось то и дело менять стены учреждений, где он работал. После Великой Отечественной войны ситуация несколько изменилась в лучшую сторону. Работы на основе теории построения движений велись несколькими группами исследователей и практиками: изучение биомеханики спортивных движений и обучение на этой основе спортивным навыкам проводились в ЦНИИ физкультуры; в НИИ протезирования исследовались биомеханические основы протезирования, ходьба на протезах; теория Бернштейна использовалась в практике восстановления движений, нарушен-

ных в результате ранений, и т. д. В 1947 г. вышла большая монография ученого «О построении движений», обобщившая многолетние исследования, и сразу она получила Государственную — Сталинскую — премию. Тем не менее, критика продолжалась: ученого обвиняли в идеализме, его теорию — в отсутствии практического значения, а после печально знаменитой сессии ВАСХНИЛ его обвинили еще и в «низкопоклонстве перед Западом». Поводом послужило то, что в книге «О построении движений» автор «упоминал иностранцев Т. Мейнерга или Ч. Шеррингтона гораздо чаще, чем «своего» И.П. Павлова [15]. В марте 1949 г. Бернштейн был вынужден оставить Институт протезирования, в апреле — Институт физкультуры, где он плодотворно работал в течение многих лет. В 1949 г. после сверки был рассыпан набор его книги «О ловкости и ее развитии», написанной популярно, и в то же время новой, оригинальной научной работы, в которой ловкость рассматривалась как комплексное психофизическое качество. После «Павловской» сессии двух академий в 1950 г. Бернштейн был окончательно лишен возможности вести исследования по своей проблематике. Наступил, пожалуй, самый тяжелый период в жизни ученого. Каким он был тогда? Один его знакомый, И.А. Аршавский, запомнил его подавленным, другому, Л.Л. Шиху, казалось, что ученый не чувствовал никакой ущербности от своего положения [14]. Однако каким бы ни казался Бернштейн окружающим его людям, внутренне он сломлен не был.

Новизна и значимость теории Бернштейна стала очевидной только в 1960-е гг., с развитием кибернетики и теории систем. Говоря о том, что «мозг постоянно сравнивает», Бертоз ссылается именно на Бернштейна: «мозг делает предсказания и предвидения с целью сравнить их с результатами действий» [19, с. 88]. В 1960-е гг. Бернштейн много общается с математиками, участвует в их семинарах, в том числе в знаменитом некогда семинаре И.М. Гельфанда по искусственному интеллекту. В эти годы становится ясно, что в работах Бернштейна речь также идет об интеллекте — только особом, телесно-двигательном или кинестетическом. В его теории движение предстает процессом столь же сложным, сколь и интеллектуальный акт. Это одна из причин, побудившая психологов признать: «... существуют не только двигательные восприятие и память, <...> но и двигательный интеллект, который изучен очень мало» [10, с. 163]. Как только работы Н.А. Бернштейна были переведены и опубликованы на Западе, психологи, занимающиеся проблемой интеллекта, немедленно увидели потенциал теории построения движений для решения их собственных задач. Так, Говард Гарднер, автор концепции множественных видов интеллекта, несколько раз цитирует Бернштейна в своем основном труде. В девятой главе книги речь идет о «телесно-кинестетическом интеллекте» (*bodily-kinesthetic intelligence*), который Гарднер определяет как «способность управлять собственными движениями и умело обращаться с предметами» [20, с. 206]; говоря о связи между управлением своим телом и когнитивными способностями, автор ссылается на Бернштейна [29, с. 208—211].

В своих последних работах Бернштейн ставит задачу создать «физиологию активности», которая бы изучала активное моделирование — «вычерпывание» информации мозгом. Как мы уже отмечали, цикл работ 1950—1960-х гг. создавался ученым в период активного развития за рубежом и в нашей стране идей кибернетики. Поэтому идеи концепции построения движений обсуждаются Бернштейном в новом контексте, на новом, близком кибернетическому языку, в связи с проблематикой управления и регуляции, общей для физиологии и кибернетики.

Moscow Motor School

Для исследований по биомеханике Бернштейн разработал метод циклограммометрии — чрезвычайно трудоемкий, который невозможно было осуществить в одиночку. Ученому помогала группа сотрудников: Т.С. Попова, начавшая работать с ним еще в ЦИТе, А.С. Шевес, В.И. Лаврентьев, З.В. Могиланская, П.И. Шпильберг, О.А. Зальцгебер. В период работы ученого в ЦНИИ физической культуры и преподавания в Институте физкультуры (ГЦОЛИФК) небольшой круг его сотрудников был занят реализацией исследовательской программы на материале спортивных движений. Донской вспоминал об этом периоде деятельности ученого: «Несмотря на то, что Н.А. Бернштейн относительно немного лет работал в научно-исследовательском институте физической культуры и только эпизодически преподавал в Центральном учебном институте, буквально десятки молодых преподавателей, руководители кафедр не только тянулись к нему, участвовали в работе его лаборатории на общественных началах, но и дальше продолжали направление его деятельности» (личное сообщение). В числе этих ученых были сам Донской, Ф.А. Лейбович, И.Н. Книпст, Н.Г. Озолин, М.И. Украин, В.С. Фарфель, Л.В. Чхаидзе и другие. Похожая обстановка сложилась в Московском научно-исследовательском институте протезирования и протезостроения в 1943—1949 гг., где Н.А. Бернштейн работал сначала научным консультантом, а затем заведующим лабораторией физиологии и патологии движений. Вместе с учениками и сотрудниками ученый вел прикладные биомеханические исследования, в результате которых были созданы новые конструкции протезов. Благодаря существованию этих и других очагов биомеханики, ко времени, когда эта дисциплина за рубежом начала активно развиваться (в 1967 г. при ЮНЕСКО организован первый международный семинар по биомеханике, а через несколько лет на его основе возникла Международная ассоциация биомехаников), отечественные ученые уже накопили значительный потенциал.

После войны у Бернштейна сложилась группа учеников и последователей, известная (прежде всего на Западе) как «Moscow Motor School», хотя почти всех ее участников впоследствии разбросало по свету. В.С. Гурфинкель и его группа (М.Л. Латаш, А.Г. Фельдман, М.Л. Шик) изучали нервное управление двига-

тельным актом. В конце 1950-х гг. В.С. Гурфинкель, А.Е. Кобринский и Я.С. Якобсон с коллегами создали действующие макеты протезов и манипуляторов, управляемых с помощью биоэлектрических потенциалов мышц. Описание одной из конструкций биоуправляемого манипулятора было представлено на всемирной выставке в Брюсселе в 1958 г. и привлекло широкое внимание. Тему существенных, или инвариантных, переменных В.С. Гурфинкель развил в своих исследованиях «end-point control» — «конечной точки», или цели движения. Ему с соавторами удалось показать, что началу движения предшествует глубокая перестройка состояния сегментарного аппарата спинного мозга [12; 13]. М.Б. Беркинблит, И.М. Гельфанд и А.Г. Фельдман предложили свою модель управления целенаправленными движениями многосуставной конечности: система управления не программирует все кинематические переменные, а задает всего один параметр — равновесные значения углов между звеньями конечности, или смещение равновесной точки для каждого сустава [8]. Ю.И. Аршавский с коллегами предположили, что в основе вариативности лежит пластичность центральных моторных программ и назвали два механизма пластичности: имитация внешних влияний путем центральной регуляции параметров рефлекса и составленность программы из нескольких подпрограмм, или динамических блоков [1].

Многие из найденных Бернштейном принципиальных решений проблемы двигательного управления — такие, как представления о сенсорных коррекциях, многоуровневости и иерархичности системы управления, инвариантных характеристиках движения — по-прежнему эвристичны. Современные ученые единодушны, подчеркивая точность формулировки и глубину поставленных Бернштейном проблем. В начале 1980-х гг. американцы Д. Агарвал и Д. Готтлиб утверждали: «Фундаментальные вопросы, поднятые Бернштейном в 1962 г., остаются такими же фундаментальными и такими же нерешенными двадцать лет спустя. Мы оптимистически предполагаем, что они определяют путь многих исследований и в следующие двадцать лет» [18, с. 568]. Так и случилось.

В 1947 г. математик Норберт Винер писал: «... некоторые характерные виды деятельности ЦНС объяснимы только как круговые процессы, идущие от нервной системы в мышцы и снова возвращающиеся в нервную систему через органы чувств. <...>. Нам казалось, что такой подход означает новый шаг в изучении того раздела нейрофизиологии, который затрагивает не только элементарные процессы в нервах и синапсах, но и деятельность нервной системы как единого целого» [9, с. 52]. Будущий отец кибернетики не подозревал, что Бернштейн сделал этот же шаг еще в конце 1920-х гг.. В 1960 г., во время визита Н. Винера в Москву, Н.А. Бернштейн был приглашен переводить доклад ученого и на прощание подарил ему отписку своей статьи «Проблема взаимоотношений координации и локализации» (1935). К сожалению, мы не знаем, прочел ли ее Винер, и если да, то узнал ли он там свои идеи, которые предвосхитил Николай Бернштейн — футурист в физиологии.

Литература

1. Аршавский Ю.И., Беркинблит М.Б., Гельфанд И.М., Орловский Г.Н., Фуксон О.И. Активность нейронов кунее-мозжечкового тракта при локомоции // Биофизика. 1973. Т. 18. №1. С. 126–131.

2. Бернштейн Н.А. Исследования по биомеханике удара с помощью световой записи // Исследования Центрального института труда. 1923. Т.1. Вып. 1. С. 19–79.

3. Бернштейн Н.А. Трудовые тренировки и условные рефлексы: автореф. доклада на семинарии по трудовым установкам ЦИТ // Организация труда. 1924. № 4. С. 34.

4. Бернштейн Н.А. Клинические пути современной биомеханики // Сборник трудов Гос. института для усовершенствования врачей в Казани. Т. 1. Казань: ГИДУВ, 1929. С. 249–270.

5. Бернштейн Н.А. Современная биомеханика и вопросы охраны труда // Гигиена, безопасность и патология труда. 1930. № 2. С. 3–12.

6. [Бернштейн Н.А.] Смерть от страха ожидания смерти (из коллекции профессора Н.А. Бернштейна) // Наука и жизнь. 1965. № 2. С. 149.

7. Бернштейн Н.А. Современные искания в физиологии нервного процесса / Под ред. И.М. Фейгенберга, И.Е. Сироткиной. М.: Смысл, 2003. 330 с.

8. Беркинблит М.Б., Гельфанд И.М., Фельдман А.Г. Модель управления движениями многосуставной конечности // Биофизика. 1986. Т. 31. № 1. С. 128–138.

9. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. 344 с.

10. Запорожец А.В. Изменение моторики ребенка-дошкольника в зависимости от условий и мотивов его деятельности // Известия Академии педагогических наук РСФСР. Отделение психологии. 1948. Вып. 14. С. 125–166.

11. Игорь Терентьев. Левейший из левых. К 120-летию со дня рождения: сб. материалов / Ред.-сост. Д. Карпов. М.: Департамент культуры г. Москвы; Гос.музей В.В. Маяковского, 2012. 249 с.

12. Кобринский А.Е., Брейдо М.Г., Гурфинкель В.С., Сысин А.Я., Цетлин М.Л., Якобсон Я.С. Биоэлектрическая система управления // Доклады АН СССР. 1957. Т. 117. № 1. С. 78–80.

13. Кобринский А.Е., Гурфинкель В.С., Брейдо М.Г., Сысин А.Я., Цетлин М.Л., Якобсон Я.С. Макет механического

привода к протезу, управляемому биотоками мышц // IV Научная сессия ЦНИИПП. М.: ЦНИИПП, 1958. С. 153–157.

14. Сироткина И.Е. Роль исследований Н.А. Бернштейна в развитии отечественной психологической науки: дисс. ... канд. психол. наук. М.: МГУ, 1989. 126 с. с прилож.

15. Сироткина И.Е. Н.А. Бернштейн: годы до и после «Павловской сессии» // Репрессированная наука: в 2 т. Т. 1 / Под ред. М.Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1991. С. 319–326.

16. Фейгенберг И.М. Видеть—предвидеть—действовать. М.: Знание, 1986. 159 с.

17. Фейгенберг И.М. Николай Бернштейн: от рефлекса к модели будущего. М.: Смысл, 2004. 239 с.

18. Agarwal G.C., Gottlieb G.L. Control Theory and Cybernetic Aspects of Motor Systems // Human Motor Action: Bernstein Reassessed / Whiting H.T.A. (ed.). Amsterdam etc.: Elsevier, 1984. P. 563–570.

19. Bertoz, A., Petit J.-L. The Physiology and Phenomenology of Action / transl. by C. Macana. Oxford: Oxford University Press, 2008. 298 p.

20. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. London: Heinemann, 1983. 440 p.

21. James W. The Principles of Psychology; The Famous Long Course Complete and Unabridged. 1890. Vol. 2. New York etc.: Dover Publications, 1918. 688 p.

22. Le revolver à cheveux blancs / A. Breton, R. Lacourière (dir.). Paris: Éditions des Cahiers libres; Imprimerie Union, 1932. 173 p.

23. Reynolds D. Rhythmic Subjects: Uses of Energy in the Dances of Mary Wigman, Martha Graham and Merce Cunningham. London: Dance Books, 2007. 316 p.

24. Sirotkina, I.E., Virjukova, E.V. Futurism in physiology: Nikolai Bernstein, anticipation, and kinaesthetic imagination // Anticipation: Learning from the Past. Cognitive systems monographs. Ed. by M.Nadin. Heidelberg etc.: Springer, 2015. P. 269–285.

25. Stuart S.A.J. Conscious machines: Memory, melody and muscular imagination // Phenomenology and Cognitive Sciences. 2010. № 9. P. 37–51.

26. Stuart S.A.J. From agency to apperception: through kinaesthesia to cognition and creation // Ethics and Information Technology. 2008. № 10. P. 255–264.

27. The Neurological Foundations of Mental and Motor Imagery / A. Guillot, C. Collet (eds.). Oxford: Oxford University Press, 2010. 320 p.

28. Sheets-Johnstone M. The Phenomenology of Dance. London: Dance Books, 1979. 158 p.

Futurist in Physiology: In Celebration of the 120th Birthday of Nikolai Aleksandrovich Bernstein

I.Ye. Sirotkina*,

Institute of the History of Natural Science and Technology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
isiro1@yandex.ru

The paper is dedicated to the 120th birthday of Nikolai Aleksandrovich Bernstein (1896–1966), a prominent Russian physiologist who contributed also to other fields of knowledge, for instance, cognitive sciences and modeling of biological systems. This study is based on the analysis of various publications and archive materials, including interviews with Bernstein's disciples conducted by the author in the late 1980s. The paper outlines the ideas and concepts of Bernstein that were well ahead of their time, anticipating research on movement control by at least a hundred years. It also analyses the differences between Bernstein's theory of movement construction and Pavlov's theory of conditioned reflex and gives a brief review of the development of Bernstein's ideas in modern Russian neuroscience. As it is shown, the now popular concept of "kinesthetic imagination" obviously corresponds with Bernstein's concepts of "movement task" and "model of the desired future".

Keywords: N.A. Bernstein, futurism, physiology of movements, kinesthetic imagination, Moscow Motor School.

References

1. Arshavskii Yu.I., Berkinblit M.B., Gel'fand I.M., Orlovskii G.N., Fukson O.I. Aktivnost' neuronov kuneo-mozzhechkovogo trakta pri lokomotsii [Neural activity of the cerebellum path in locomotion]. *Biofizika* [Biophysics], 1973, vol. 18, no. 1, pp. 126–131.
2. Bernshtein N.A. Issledovaniya po biomekhanike udara s pomoshch'yu svetovoi zapisi [Research on biomechanics of stroke using light recording]. *Issledovaniya Tsentral'nogo Instituta Truda* [Research of the Central Institute of Labour], 1923, vol. 1, no. 1, pp. 19–79.
3. Bernshtein N.A. Trudovye trenirovki i uslovnye refleksy [Work training and conditional reflexes]. *Organizatsiya truda* [Organisation of labour], 1924, no. 4, pp. 34.
4. Bernshtein N.A. Klinicheskie puti sovremennoi biomekhaniki [Clinical paths of contemporary biomechanics]. In *Sbornik trudov Gos. instituta usovershenstvovaniya vrachei v Kazani* [Collection of work by the State Institute for Continuous Education in Medicine]. Vol. 1. Kazan': GIDUV, 1929, pp. 249–270.
5. Bernshtein N.A. Sovremennaya biomekhanika i voprosy okhrany truda [Contemporary biomechanics and the issues of work safety]. *Gigiena, bezopasnost' i patologiya truda* [Hygiene, safety and pathology of work], 1930, no. 2, pp. 3–12.
6. [Bernshtein N.A.] Smert' ot strakha ozhidaniya smerti (iz kolleksii professora N. A. Bernshteina) [Death out of fear of awaiting death]. *Nauka i zhizn'* [Science and life], 1965, no. 2, pp. 149.
7. Bernshtein N.A. *Sovremennyye iskaniya v fiziologii nervnogo protsessa* [Contemporary searches in the physiology of nervous process]. Feigenberg I. M., Sirotkina (eds.). Moscow: Smysl, 2003. 330 p.
8. Berkinblit M.B., Gel'fand I.M., Fel'dman A.G. Model' upravleniya dvizheniyami mnogostavnoi konechnosti [A model of motor control in the multiple-parts extremity]. *Biofizika* [Biophysics], 1986, vol. 31, no. 1, pp. 128–138.
9. Viner N. *Kibernetika, ili upravlenie i svyaz' v zhitovnom i mashine* [Cybernetics, control and communication in animal and machine]. 2nd ed. M.: Nauka; Glavnaya redaktsiya izdaniy dlya zarubezhnykh stran, 1983. 344 p.
10. Zaporozhets A.V. Izmenenie motoriki rebenka-doshkol'nika v zavisimosti ot uslovii i motivov ego deyatelnosti [Measuring the motor abilities of a pre-school child depending on the conditions and motives of its sactivity]. *Izvestiya Akademii pedagogicheskikh nauk RSFSR. Otdelenie psikhologii* [Newsletter of the Academy of Educational Sciences], 1948, no. 14, pp. 125–166.
11. Karpov D. (ed.). *Igor' Terent'ev. Leveishii iz levyykh. K 120-letiyu so dnya rozhdeniya. Sbornik materialov* [Igor Terent'ev: The most leftist of all the leftists. Towards the 120th anniversary]. Moscow: Departament kul'tury g. Moskvyy; Gos. muzei V.V. Mayakovskogo, 2012. 249 p.
12. Kobrinskii A.E., Breido M.G., Gurfinkel' V.S., Sysin A.Ya., Tsetlin M.L., Yakobson Ya.S. Bioelektricheskaya sistema upravleniya [Bioelectric system of control]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy], 1957, vol. 117, no. 1, pp. 78–80.
13. Kobrinskii A.E., Gurfinkel' V.S., Breido M.G., Sysin A.Ya., Tsetlin M.L., Yakobson Ya.S. Maket mekhanicheskogo privoda k protezu, upravlyaemomu biotokami myshts [A working model of a prosthesis controlled by the bio-signals from the muscles]. In *IV Nauchnaya sessiya TsNIIPP* [Academic Session of TsNIIPP]. Moscow: TsNIIPP, 1958, pp. 153–157.
14. Sirotkina I.E. Rol' issledovaniya N.A. Bernshteina v razvitiit otechestvennoi psikhologicheskoi nauki. Diss. kand. psikh. nauk [The Role of N.A. Bernstein's research in the development of Russian psychology]. Moscow: MGU, 1989. 126 p.
15. Sirotkina I.E. N. A. Bernshtein: gody do i posle "Pavlovskoi sessii" [N.A. Bernstein: years before and after the "Pav-

For citation:

Sirotkina I.Ye. Futurist in Physiology: In Celebration of the 120th Birthday of Nikolai Aleksandrovich Bernstein. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-historical psychology*, 2016. Vol. 12, no. 4, pp. 39–47. (In Russ., abstr. in Engl.). doi: 10.17759/chp.2016120404

* Sirotkina Irina Yevgenyevna, PhD in Psychology, leading research fellow, Institute of the History of Natural Science and Technology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. E-mail: isiro1@yandex.ru

lovian Session”]. In Yaroshevsky M. G. (ed.) *Repressirovannaya nauka: v 2-kh tomakh* [Repressed science]. Vol. 1. Leningrad: Nauka, 1991, pp. 319–326.

16. Feigenberg I.M. Videt’—predvidet’—deistvovat’ [To see — to foresaw — to act]. Moscow: Znanie, 1986. 159 p.

17. Feigenberg I.M. Nikolai Bernshtein: ot refleksa k modeli budushchego [Nikolai Bernstein: from the reflex towards the model of the future]. Moscow: Smysl, 2004. 239 p.

18. Agarwal G.C., Gottlieb G.L. Control Theory and Cybernetic Aspects of Motor Systems. In Whiting H.T.A. (ed.) *Human Motor Action: Bernstein Reassessed*. Amsterdam etc.: Elsevier, 1984, pp. 563–570.

19. Bertoz A., Petit J.-L. The Physiology and Phenomenology of Action. Transl. by C. Macana. Oxford: Oxford University Press, 2008. 298 p.

20. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. London: Heinemann, 1983. 440 p.

21. James W. The Principles of Psychology; The Famous Long Course Complete and Unabridged. Vol. 2. New York etc.: Dover Publications, 1918. 688 p.

22. Breton A., Lacourière R. (dir.). Le revolver à cheveux blancs. Paris: Éditions des Cahiers libres; Imprimerie Union, 1932. 173 p.

23. Stuart S.A.J. Conscious machines: Memory, melody and muscular imagination. *Phenomenology and Cognitive Sciences*. 2010, no. 9, pp. 37–51.

24. Sirotkina, I.E., Biryukova, E.V. Futurism in physiology: Nikolai Bernstein, anticipation, and kinaesthetic imagination. In M. Nadin (ed.) *Anticipation: Learning from the Past. Cognitive systems monographs*. Heidelberg etc: Springer, 2015, pp. 269–285.

25. Stuart S.A.J. From agency to apperception: through kinaesthesia to cognition and creation. *Ethics and Information Technology*, 2008, no. 10, pp. 255–264.

26. Reynolds D. *Rhythmic Subjects: Uses of Energy in the Dances of Mary Wigman, Martha Graham and Merce Cunningham*. London: Dance Books, 2007. 316 p.

27. Guillot A. (eds.) *The Neurillogical Foundations of Mental and Motor Imagery*. Oxford: Oxford University Press, 2010. 320 p.

28. Sheets-Johnstone M. *The Phenomenology of Dance*. London: Dance Books, 1979. 158 p.