

7А 45 II. 48

ПЗ78

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ им. П. Ф. ЛЕСГАФТА**

На правах рукописи

В. А. ПЛАХТИЕНКО

477
17/1v 69

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук**

**(№ 735—Теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки)**

**Ленинград
1969**

Диссертация выполнена на Военном дважды Краснознаменном факультете физической культуры и спорта при Государственном ордена Ленина и ордена Красного Знамени институте физической культуры имени П. Ф. Лесгафта.

Научный руководитель — кандидат педагогических наук, доцент **Л. А. Вейднер-Дубровин**.

Научный консультант — кандидат психологических наук, старший научный сотрудник **В. Л. Марищук**.

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор **Г. И. Гурвич**;
кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник **Т. Т. Джамгаров**.

Ведущее высшее учебное заведение — Ленинградский государственный педагогический институт имени А. И. Герцена.

Автореферат разослан «14» *сентября* 1969 г.

Защита диссертации состоится «15» *мая* 1969 г. в «13» час. в Государственном ордена Ленина и ордена Красного Знамени институте физической культуры имени П. Ф. Лесгафта (г. Ленинград, улица Декабристов, 35, учебный корпус, аудитория 419).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Ученый секретарь совета
доцент (Г. ЧЕРНЯЕВ)

Научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства, революция в военном деле поставили в прямую зависимость повышение продуктивности труда от степени подготовленности человека, в том числе знания закономерностей его обучения, формирования у него сложных двигательных навыков.

В изучении процесса формирования двигательных навыков у человека представляют интерес такие стороны, как скорость формирования навыков у лиц с различным уровнем физической подготовленности, с различными психофизиологическими качествами, с разнообразными типологическими особенностями их нервной системы. Представляет интерес и изучение процесса формирования двигательных навыков у человека в экстремальных условиях. Наконец, расширение возможностей изучения человека в психофизиологическом плане при наличии мощных современных электронно-вычислительных машин помогает подойти к изучению процесса формирования двигательных навыков с позиций его математического моделирования и прогнозирования. Это новое кибернетическое направление изучения закономерностей обучения человека является перспективным и обнадеживающим в связи с расширением границ познания человека и предвидения результатов его труда.

Изучение литературных источников показало, что основы современной психофизиологической теории формирования двигательных навыков базируются на признании:

- а) рефлекторной природы произвольных движений (И. М. Сеченов);
- б) принципов возникновения условного рефлекса в качестве основного физиологического механизма навыка (И. П. Павлов);
- в) обоснования регуляции двигательных актов с позиций кибернетики (Н. А. Бернштейн, П. К. Анохин).

Богатый экспериментальный материал, полученный исследователями особенно в последнее время (Ю. В. Верхошанский, Д. Д. Донской, А. В. Запорожец, А. И. Назаров, Л. В. Чхидзе и др.), доказывает правоту идей И. М. Сеченова, И. П. Павлова, Н. А. Бернштейна и П. К. Анохина. Большинство исследователей, изучавших процесс формирования двигательных на-

выков, исходят из признания двигательного динамического стереотипа в качестве физиологического субстрата двигательного навыка (А. Н. Крестовников, Н. В. Зимкин, А. В. Коробков, В. С. Фарфель и др.) и признания стадийности формирования двигательных навыков (В. Д. Мазниченко, А. Ц. Пуни и др.). При этом авторами называется от 2 до 6 стадий (фаз, ступеней, этапов и т. п.) формирования двигательного навыка (В. С. Аверьянов, В. В. Белинович, Е. В. Волошинова, Е. В. Гурьянов, Ю. В. Мойкин и др.).

Экспериментальных исследований, специально направленных на изучение взаимосвязи процесса формирования двигательных навыков с психофизиологическими и двигательными качествами обучаемых, нам обнаружить не удалось, однако в научной литературе имеются данные, показывающие такую взаимосвязь (Д. Я. Богданова, В. М. Зациорский, А. Ц. Пуни, П. А. Рудик, А. Н. Соколов и др.).

Павловское учение о типах высшей нервной деятельности послужило базой для проведения обширных исследований, в которых было показано, что процесс формирования двигательного навыка в известной степени обусловлен типом нервной системы человека (З. И. Бирюкова и др.). Необходимо отметить, что одни исследователи связывают скорость формирования двигательных навыков преимущественно с силой основных нервных процессов (З. И. Бирюкова и др.); другие — с подвижностью их (М. М. Круглый и др.), третьи — с уравновешенностью (В. Ф. Онищенко, А. А. Волков, С. Г. Мельник и др.).

В последнее время особое значение приобретает проблема устойчивости навыков в экстремальных условиях, где оперативная надежность человека проявляется наиболее ярко (Т. Т. Джамгаров, В. Л. Марищук, В. Д. Небылицын и др.). Несмотря на важность и актуальность данной проблемы, в научной литературе она еще должным образом не отражена: исследований, изучавших процесс формирования и устойчивости двигательных навыков в реальных экстремальных условиях, нам обнаружить не удалось.

В последнее время решение вопросов профессионального отбора и профессионального обучения потребовало от исследователей искать пути и методы прогнозирования успешности обучения человека в оптимальных условиях и его поведения в экстремальных. Наряду с изучением «личностных» свойств человека исследователи предлагают использовать для этого и определенный формальный (математический) аппарат, определенные стохастические модели, главным образом, линейные (Р. Буш и Ф. Мостеллер, И. М. Гельфанд и М. Л. Цетлин, А. А. Ляпунов и др.). Однако, если учесть многогранность такой сложнейшей вероятностной системы, какой в терминах кибернетики является организм человека, а также стадийность

процесса обучения, то вполне очевиден малый диапазон применимости данных моделей.

В настоящей работе мы сделали попытку решить следующие задачи:

1. Изучить некоторые закономерности формирования сложных профессиональных и прикладных двигательных навыков.
2. Изучить взаимосвязь исследуемых навыков с некоторыми психофизиологическими и двигательными качествами человека.
3. Изучить устойчивость двигательных навыков в экстремальных условиях и взаимосвязь их с некоторыми психофизиологическими и двигательными качествами человека.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач были изучены литературные источники и проведены экспериментальные и математические исследования.

В экспериментальных исследованиях были применены:

а) медицинские обследования испытуемых (антропометрические измерения и исследования двигательного и зрительного анализаторов, сердечно-сосудистой системы);

б) испытания физической подготовленности, включавшие упражнения на силу (подтягивание на перекладине, подъем силой и переворотом на перекладине, поднимание прямых ног к перекладине), на быстроту (бег 100 м и прыжки в длину с разбега), на выносливость (кросс 1000 и 3000 м) и на ловкость (упражнения с ручным и баскетбольным мячами);

в) психофизиологические исследования, включавшие аппаратные методики (быстрота сложных и простых сенсомоторных реакций, реакция на движущийся объект, теппинг-тест) и бланковые методики (тесты на кратковременную, зрительную, оперативную и логическую память, тест на ассоциации, тест возрастающей трудности, тест с кольцами Ландольта, тест работы на красно-черных таблицах для отыскания чисел с переключением).

Тест на кратковременную память проводился двукратно: во второй раз со смысловой стимуляцией на максимально лучшее выполнение задания; тест на оперативную память проводился в условиях дефицита времени; тест работы на красно-черных таблицах для отыскания чисел с переключением проводился двукратно: во второй раз в условиях речевых помех.

Полученный экспериментальный материал подвергался статистической обработке. Нами также были применены корреляционный и мультифакторный анализы.

Поставленные задачи решались в 3 сериях исследований.

В *первой* серии были исследованы закономерности процесса формирования сложного *профессионального* двигательного навыка. Моделью исследуемого процесса являлось изу-

чение формирования навыка управления комплексом ДКН («Двигательная координация и напряженность» конструкции Т. Т. Джамгарова, В. Л. Марищука, Ю. К. Демьяненко и А. И. Ступина, 1964), созданном на базе стрелкового тренажера летчика. В эксперименте приняли участие 100 человек, из них 50 прошли полный курс обучения (20 занятий) данному навыку. В группе испытуемых было 30 мастеров спорта и перворазрядников (по 10 лыжников, пловцов-подводников и троеборцев) и 20 человек, не занимавшихся спортом.

Во второй серии были исследованы закономерности процесса формирования сложного *прикладного* двигательного навыка. Моделью исследуемого процесса являлось изучение формирования навыка преодоления разрушенного моста на единой полосе препятствий, принятой в Вооруженных Силах СССР. Данное препятствие в ней является одним из самых сложных (на высоте 2 м от земли расположены 3 балки шириной 20 см с двумя разрывами между ними — боец должен пробегать по балкам и перепрыгивать через разрывы между ними).

В эксперименте приняли участие 152 человека, 20 из которых прошли полный курс обучения (25 занятий) навыку.

В третьей серии была исследована устойчивость двигательных навыков в экстремальных условиях (в реальных условиях полетов на современных самолетах). Моделью исследуемого процесса являлось изучение устойчивости тонкокоординированного навыка работы на тремометре-координациометре (В. Л. Марищук и К. И. Брыков, 1964) и навыка в точности дозирования мышечных усилий на динамометре (Д. Я. Богданова и А. Г. Григорьева, 1963) в двух видах полетов: с дозаправкой самолета топливом в воздухе и длительных (12—18 часов).

В эксперименте приняли участие 100 человек, из которых 60 прошли полный цикл необходимых обследований.

Таким образом, всего в исследованиях участвовали 352 человека, с которыми было проведено более 10 тысяч человеко-опытов по различным методикам.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО НАВЫКА

Исследование показало, что выработка сложного профессионального двигательного навыка у испытуемых проходит 3 стадии. *Первая стадия* (с 1-го по 5—8-е занятия) характеризуется заметным снижением количества ошибочных действий при относительной стабилизации времени нахождения испытуемого в их зоне. *Вторая стадия* (с 5—8-го по 12—15-е занятия) характеризуется уменьшением количества ошибочных действий и времени нахождения испытуемого в их зоне. *Третья стадия* (с 12—15-го по 20-е занятие) характеризуется

относительной стабилизацией количества ошибочных действий и времени нахождения испытуемого в их зоне.

С целью выявления зависимости скорости формирования сложного профессионального двигательного навыка на разных стадиях его становления от некоторых исследуемых психофизиологических и двигательных качеств испытуемых был проведен факторный анализ полученных экспериментальных данных центроидным методом.

В результате факторного анализа выделились 3 статистически существенных фактора, от которых, на наш взгляд, зависит скорость формирования сложного профессионального двигательного навыка по управлению следящими устройствами на разных стадиях его становления: сенсорно-интеллектуальный фактор, фактор подвижности нервных процессов и двигательный (моторный) фактор (табл. 1).

Как видно из данных таблицы 1, вклад каждого фактора в суммарную дисперсию 12 переменных хотя и различен, но относительно стабилен на протяжении формирования навыка, доля же показателя навыка в них резко отлична и изменяется от стадии к стадии. Скорость формирования исследуемого навыка на первой стадии тесно взаимосвязана (коэффициент детерминации = 0,600) с сенсорно-интеллектуальным фактором. Иными словами: скорость формирования исследуемого навыка на 60% определяется сенсорно-интеллектуальным фактором и на 40% — остальными. В числе остальных находится фактор подвижности нервных процессов (10%) и двигательный (моторный) — 1,1%.

На второй стадии значительно понижается значимость сенсорно-интеллектуального фактора (с 60% до 25,8%) и фактора подвижности нервных процессов (с 10% до 0,2%), но резко повышается значение двигательного (моторного) фактора (с 1,1% до 22%).

На третьей стадии формирования исследуемого навыка повышается значимость сенсорно-интеллектуального фактора (с 25,8% до 32,1%) и фактора подвижности нервных процессов (с 0,2% до 4,5%) и снижается роль двигательного (моторного) фактора (с 22% до 8,1%).

Таким образом, первую стадию формирования исследуемого двигательного навыка логично определить как стадию сенсорно-интеллектуального опыта, вторую стадию — как стадию двигательного (моторного) опыта и третью стадию — как стадию надежности функций человека.

На наш взгляд, результирующее влияние на уменьшение количества ошибочных действий и времени нахождения испытуемого в зоне ошибки в процессе формирования сложного профессионального двигательного навыка имеет становление координации движений и соответственно вырабатываемая посредством проприоцептивных стимулов (Адамс, 1961) percep-

Таблица I

Нагрузки на факторы исследуемых показателей навыка, психофизиологических и двигательных качеств испытуемых в процессе формирования у них сложного профессионального двигательного навыка (после ротации ортогональных осей)

№	Показатели	С т а д и и											
		первая			вторая			третья					
		И	II	III	И	II	III	И	II	III			
		Ф а к т о р ы											
		И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III
1.	Навык	775	316	-110	507	-047	469	568	213	285			
2.	Сложная реакция	813	-224	304	820	-169	210	812	-202	255			
3.	РДО	868	297	290	885	362	046	856	312	082			
4.	Размах в теплинг-тесте	307	452	397	379	426	426	284	454	402			
5.	Работа на красно-черных таблицах	-417	-708	-334	-390	-718	-370	-388	-653	-335			
6.	Тест возрастающей трудности	-733	-201	-041	-711	-235	053	-765	-313	006			
7.	Ассоциации	-621	-017	-165	-668	-127	-061	-607	-136	-153			
8.	Кольца Ландольта	-517	365	-202	-520	232	-153	-517	368	-168			
9.	Бег 100 м	200	023	647	258	-006	644	241	031	633			
10.	Бег 1000 м	160	-022	704	241	-050	684	229	-007	678			
11.	Подтягивание	-119	-019	-514	-226	-044	-603	-189	-003	-645			
12.	Упражнение с мячом	282	007	643	380	-041	591	335	-006	635			
	Дисперсия в %	30,7	9,5	17,6	29,0	9,3	19,1	28,5	9,0	18,0			

Примечание. Перед значениями факторных весов нули и запятые опущены.

тивная антиципация (Поултон, 1957), в основе которой лежат и познавательные процессы (Винс, 1953).

Повышенную значимость сенсорно-интеллектуального фактора для формирования исследуемого двигательного навыка на первой стадии логично объяснить теоретическим положением Н. А. Бернштейна (1947) о том, что на этой стадии «отсутствие автоматизмов вызывает... большую перегрузку сознания».

Повышение значимости двигательного (моторного) фактора на второй стадии формирования навыка, по-видимому, можно объяснить включением ранее приобретенного двигательного опыта человека, богатства его динамических стереотипов, сенсорных синтезов, выработанных в процессе занятий спортом.

Матричная переходимость найденных факторов при относительной стабилизации параметров, характеризующих формируемый навык, говорит о том, что формирование навыка на третьей стадии перешло в стадию стабилизации, стадию надежности управления данным комплексом.

Сравнение скорости формирования исследуемого навыка у спортсменов и неспортсменов показало, что спортсмены, в особенности пловцы-подводники, осваивают сложный профессиональный двигательный навык значительно быстрее, чем неспортсмены. В нашем эксперименте эти данные обращают внимание, прежде всего, отсутствием корреляции между уровнем развития физических качеств испытуемых и результатами начального формирования навыка. По-видимому, в данном случае происходит положительный перенос навыков с одной деятельности (спортивной) на другую (профессиональную). Преимущество пловцов-подводников при формировании навыка можно объяснить с позиций «переноса упражненности по навыку» (Н. А. Бернштейн, 1947), т. е. возможностью использования ранее выработанных в процессе занятий подводным плаванием автоматизмов, наличием близкого «средства сенсорных коррекций» между такими, казалось бы, разными навыками. По-видимому, в данном случае «средство сенсорных коррекций» проявляется, главным образом, в идентичности *психологических обстановок* формирования двигательных навыков на ДКН и в подводном плавании.

В процессе эксперимента было замечено, что лучшие (худшие) по первоначальным результатам испытуемые быстрее (медленнее) достигали заданного уровня формируемого навыка.

Коэффициенты корреляции между результатами 1-го занятия и последующими подтвердили данное эмпирическое наблюдение (табл. 2), подчеркнув возможность прогнозирования успешности обучения человека по исходным первоначальным данным.

Коэффициенты корреляции между результатами 1-го занятия и последующими у испытуемых всей группы и подгрупп

Исследуемые	Номера занятий																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Группа в целом	88	87	87	87	78	78	73	75	78	70	68	58	60	51	53	38	30	28	24	
Спортсмены	87	86	84	85	86	85	77	70	65	68	63	52	54	43	39	23	24	28	21	
Неспортсмены	88	88	89	85	84	81	83	80	82	76	72	63	63	55	53	44	38	30	27	

Примечание. Перед значениями коэффициентов корреляции нули и запятые опущены.

Очевидно, вышепредставленные данные можно объяснить, если исходить из точки зрения Л. А. Орбели о «тренировке тренируемости» центральной нервной системы, иными словами, чем лучшей исходной тренируемостью, пластичностью, подвижностью нервной системы обладает индивидуум, тем быстрее он достигает заданного уровня формирования навыка.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНОГО ПРИКЛАДНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО НАВЫКА

С позиций системно-структурного подхода сложный прикладной двигательный навык представляет собой систему, состоящую из подсистем (простых навыков).

Биомеханический анализ кинограмм становления прикладного навыка и хронометраж выполнения задания от занятия к занятию позволили выделить 3 стадии формирования сложного прикладного двигательного навыка: *первая стадия* (с 1-го по 12—14-е занятия) — преимущественно характеризуемая вычленением и формированием простых навыков, входящих в состав сложного навыка; *вторая стадия* (с 12—14-го занятия по 19—22-е занятия) — характеризуемая объединением простых навыков в целостную систему сложного навыка; *третья стадия* (с 19—22-го занятия по 25-е занятие) — характеризуемая целостным выполнением сложного относительно стабильного по своей биомеханической структуре прикладного двигательного навыка.

Биомеханический анализ показал, что основные особенности формируемого навыка проявятся в изменении ритмической структуры навыка от стадии к стадии. По-видимому, изменение ритмической структуры в процессе формирования

исследуемого навыка имеет своей физиологической основой «явление усвоения ритма» (А. А. Ухтомский) как показателя становления динамического стереотипа. При этом ритм в данном навыке является комплексным динамико-временным выражением, проявляющимся в сочетанной, целостной структуре сложной системы навыка (Д. Д. Донской).

Высокая корреляция между результатами формирования исследуемого навыка на 1-м занятии с последующими подтвердила вывод о возможности прогнозирования успешности обучения сложным навыкам до заданного уровня по первоначальным результатам.

В результате факторного анализа, проведенного с целью выявления зависимости скорости формирования сложного прикладного двигательного навыка на разных стадиях от некоторых исследуемых психофизиологических и двигательных качеств испытуемых, были получены 2 статистически достоверных фактора: двигательный (моторный) и сенсорно-интеллектуальный (табл. 3).

Таблица 3

Нагрузки на факторы исследуемых показателей навыка, психофизиологических и двигательных качеств испытуемых в процессе формирования у них сложного прикладного двигательного навыка (после ротации ортогональных осей)

№ п. п.	Показатели	С т а д и и					
		первая		вторая		третья	
		ф а к т о р ы					
		І	ІІ	І	ІІ	І	ІІ
1.	Навык	957	000	918	—080	906	036
2.	Сложная реакция	436	492	470	511	540	141
3.	РДО	428	726	134	692	034	873
4.	Размах в теппинг-тесте	615	023	537	104	485	569
5.	Работа на красно-черных таблицах	—484	—284	—504	—341	—548	—313
6.	Тест возрастающей трудности	—354	—535	—445	—190	—556	—448
7.	Ассоциации	—373	—460	—430	—193	—517	—368
8.	Кольца Ландольта	—297	—376	—361	—036	—415	—368
9.	Бег 100 м	921	—137	750	—120	631	—082
10.	Бег 1000 м	755	—078	774	—030	835	—120
11.	Подтягивание	—579	105	—606	107	—707	216
12.	Упражнение с мячом	639	—078	679	—080	649	—097
	Дисперсия в %	37,0	12,8	34,5	8,1	37,0	15,5

Примечание. Перед значениями факторных весов нули и запятые опущены.

Почти полное отсутствие дисперсии показателей навыка по 2-м факторе на каждой стадии формирования навыка, по-видимому, говорит прежде всего в пользу особой значимости двигательного (моторного) фактора, т. е. уровня развития физических качеств. В случае же элиминирования 1-го фактора или нивелирования уровня развития физических качеств у испытуемых заметно повышается значимость сенсорно-интеллектуального фактора, в особенности на 1-й и 3-й стадиях формирования навыка.

Представляет определенный интерес более подробное рассмотрение роли двигательного фактора в процессе становления прикладного навыка. По существу, определяющими тестами этого фактора являются тесты, характеризующие уровень развития физических качеств: быстроты, выносливости, силы и ловкости. Из данных таблицы 3 видно, что значение уровня развития то одного, то другого физического качества в процессе стадий формирования исследуемого навыка изменяется.

На первой стадии формирования навыка все физические качества имеют большое значение и в особенности уровень развития быстроты; на второй стадии значимость быстроты понижается, в то время как значимость выносливости, силы и ловкости несколько возрастает; на третьей стадии уровень развития выносливости занимает ведущее положение, повышается значимость уровня развития силы и несколько понижается значимость уровня развития быстроты и ловкости.

Прикладный двигательный навык стабилизируется, как показал наш эксперимент, на уровне несколько выше ныне существующих нормативов II спортивного разряда по этому виду спорта.

Была прослежена взаимосвязь физических качеств и у спортсменов более высоких спортивных разрядов — I разряда, кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта СССР. Исследование показало, что дальнейший процесс становления спортивного мастерства требует высокого уровня развития всех физических качеств именно на уровне нормативов между II и I спортивными разрядами, а на уровне выше норматива I разряда — развития уже специальных физических качеств, направленных на совершенствование автоматизированного навыка (в нашем эксперименте — выносливости и ловкости).

Из данных о значении сенсорно-интеллектуального фактора в процессе формирования сложного прикладного двигательного навыка следует, что значимость его несколько понижается на второй стадии формирования навыка. Эти данные согласуются с исследованиями С. И. Архангельского (1957), Ю. В. Мойкина (1957) и В. В. Суворовой (1952), обнаруживших произвольное повышение активности второй сигнальной системы у передовых работников в процессе становления трудовых навыков. По-видимому, выявленное нами объек-

тивное понижение организующей функции сознания на второй стадии формирования исследуемого навыка предполагает непроизвольное, а под руководством педагога — произвольное, включение раздражителей второй сигнальной системы, повышающей значение контролирующей функции сознания с целью ускорения процесса формирования навыка.

Повышенная значимость сенсорно-интеллектуального фактора на первой и третьей стадиях формирования сложного прикладного двигательного навыка рассматривается нами как проявление диалектического единства организующей и контролирующей функций сознания на этих стадиях. Эти данные базируются на электроэнцефалографических исследованиях активности мозга человека при мысленном и реальном выполнении двигательных актов (А. Ц. Пуни с соавт., 1968; Л. П. Павлова, 1968 и др.).

При изучении закономерностей процесса формирования исследуемого навыка не был выделен 3-й фактор — фактор подвижности нервных процессов, который был обнаружен при изучении взаимосвязи формирования сложного профессионального двигательного навыка с исследуемыми качествами. Однако отсутствие статистически значимого фактора подвижности нервных процессов не означает, что типологические особенности испытуемых не проявились в скорости формирования исследуемого навыка. Доказательством этому служит, во-первых, то, что в основе «явления усвоения ритма» находится изменчивость лабильности, подвижности по ходу деятельности (М. И. Виноградов, 1958), во-вторых, в основе качества быстроты, имеющей наибольшее значение на первой стадии формирования навыка, находится подвижность нервных процессов (Н. В. Зимкин, 1956), и, в-третьих, повышенную роль сенсорно-интеллектуального фактора на первой и третьей стадиях формирования прикладного навыка также можно трактовать с типологических позиций, ибо в тестах, характеризующих сенсорику в интегративном факторе, основное содержание составляет скорость переработки информации о сигнале, а скорость переработки информации снижается на подвижности нервных процессов (Е. И. Бойко, 1964; М. М. Круглый, 1966).

Таким образом, подвижность нервных процессов у человека играет значительную роль в процессе формирования сложного прикладного двигательного навыка.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Полеты на современных самолетах в силу своей специфики и предъявляемых требований к организму человека являются отличной моделью экстремальных факторов (Г. И. Гур-

вич, 1965, 1967; Т. Т. Джемгаров, 1965; В. Л. Марищук, 1968 и др.).

Проведенное исследование показало, что результаты формирования навыков в тонкокоординированных движениях и в точности дозирования усилий резко ухудшаются перед дозаправкой самолета топливом в воздухе и на конечных этапах длительных полетов.

Коэффициенты корреляции между результатами навыков в оптимальных условиях и результатами в экстремальных значительно понижаются именно в тех случаях, где отмечается ухудшение результатов формируемых навыков (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Коэффициенты корреляции между результатами 1-го занятия, проведенного в оптимальных условиях (на земле), и последующими, проведенными в экстремальных (во время полетов) и после них

Полет с дозаправкой самолета топливом

Навык	П р о б ы		
	перед дозаправкой	в конце полета	после полета
В тонкокоординированных движениях	282	425	600
В точности усилий	345	387	485

Длительный полет

Навык	П р о б ы			
	в начале полета	в конце полета	после полета	спустя сутки после полета
В тонкокоординированных движениях	492	363	500	615
В точности усилий	431	292	355	498

П р и м е ч а н и е. Перед значениями коэффициентов корреляции нули и запятые опущены.

Ухудшение результатов формирования навыков на этапе дозаправки самолета топливом и на конечном этапе длительного полета, по-видимому, можно объяснить специфичностью предъявляемых к организму требований, вытекающих из решения задач данных полетов.

Полет с дозаправкой самолета топливом в воздухе вызывает у летчиков особое нервно-психическое состояние (Ф. П. Космолинский, 1963; Г. И. Гурвич, 1965 и др.). На наш

взгляд, такой результат воздействия на организм летчика массы раздражителей в условиях очень высокой сенсорной нагрузки при резком дефиците времени позволяет определить этап дозаправки самолета топливом в воздухе *психогенным стресс-фактором*.

Одновременность и непрерывность действия неблагоприятных факторов во время полета к концу его создают условия для проявления кумулятивного эффекта, который выражается в утомлении организма, что позволяет определить конечный этап длительного полета *эндогенным стресс-фактором*.

По-видимому, воздействие психогенных и эндогенных стресс-факторов, адекватные стресс-реакции организма человека на них и обуславливают изменение устойчивости навыков в экстремальных условиях.

Обращает на себя внимание слабая корреляция результатов первоначального формирования навыков в оптимальных условиях (на земле) по отношению к результатам в экстремальных (в сложных условиях полетов). Эти данные особо показательны при сопоставлении их с подобными результатами довольно высокой прогностичности первых занятий при формировании сложных профессиональных и прикладных двигательных навыков в обычных, оптимальных, земных условиях.

Из сопоставления экспериментальных данных следует, что хороший прогноз способности к обучению отнюдь не означает хорошего прогноза относительно поведения человека в действительных экстремальных условиях.

С целью определения наиболее значимых индивидуальных психофизиологических и двигательных качеств человека для поддержания устойчивости исследуемых навыков был применен мультифакторный анализ экспериментальных данных с применением графического метода (П. В. Терентьев, 1959, 1960; Б. З. Докторов, 1968). Сечение корреляционного цилиндра проведено на двух уровнях достоверности коэффициентов корреляции: 5-процентном ($r \geq 0,361$) и 1-процентном ($r \geq 0,463$).

Такая градация сечений позволила выявить 3 ортогональных фактора («плеяды» — П. В. Терентьев, 1959) психофизиологических и двигательных качеств испытуемых, от которых, на наш взгляд, зависит устойчивость навыков в экстремальных условиях: фактор силы нервных процессов, двигательный (моторный) и сенсорно-интеллектуальный факторы.

Взаимосвязь полученных факторов с результатами двигательных навыков в экстремальных условиях характеризовалась изменением признаков-индикаторов, связующих факторы с результатами навыка под воздействием психогенных и эндогенных стресс-факторов, и разными уровнями их значимости. Выявившиеся факторы взаимосвязаны с результатами

двигательного навыка под воздействием психогенных стресс-факторов при 1-процентном уровне значимости, а под воздействием эндогенных стресс-факторов — при 1-процентном уровне значимости с двигательным (моторным) фактором, и при 5-процентном — с факторами силы нервных процессов и сенсорно-интеллектуальным.

Изменение признаков-индикаторов, связующих факторы с результатами навыков, а также изучение стресс-реакций организма человека, проявляемых в экстремальных условиях (Ф. П. Космолинский с соавт., 1963; Г. И. Гурвич с соавт., 1965 и др.), позволили определить, что на устойчивость двигательных навыков под воздействием психогенных стресс-факторов влияют сила нервной системы по отношению к возбуждению, физическая тренированность человека, в основе своей имеющая развитые «ловкостные» качества, и сложные сенсорно-интеллектуальные процессы с превалированием развитого механизма антиципации. На устойчивость двигательных навыков под воздействием эндогенных стресс-факторов влияют сила нервной системы по отношению к торможению, физическая тренированность человека, в основе своей имеющая развитую общую выносливость, сложные сенсорно-интеллектуальные процессы с превалированием развитой устойчивости сенсорных качеств человека.

Повышенная значимость двигательного (моторного) фактора подчеркивает роль и значение неспецифического воздействия активной мышечной деятельности на работоспособность человека в экстремальных условиях. Такие данные в известной мере совпадают с результатами Т. Т. Джемгарова и В. Л. Марищука (1965), А. В. Коробкова (1967), показавших, что устойчивость психофизиологических функций и профессиональная работоспособность человека в экстремальных условиях во многом зависят от состояния физической тренированности и соблюдения двигательного режима.

Фактор силы нервной системы, играющий значительную роль в повышении надежности человека в экстремальных условиях, на наш взгляд, и является тем детерминантом, который определяет поведение человека в таких условиях. В наших исследованиях это проявилось в сопоставлении достаточно высокой прогностичности исходных результатов формирования сложных профессиональных и прикладных двигательных навыков, проводимых в оптимальных условиях, и в малой прогностичности результатов формирования двигательных навыков в оптимальных условиях по отношению к результатам их в экстремальных.

Значение сенсорно-интеллектуального фактора для повышения надежности человека в экстремальных условиях проявляется, главным образом, в степени развития механизма антиципации и скорости переработки информации человеком.

Полученные данные согласуются с исследованиями Ф. Д. Горбова (1964), Б. Ф. Ломова (1964), Е. И. Бойко (1964).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ (СТОХАСТИЧЕСКИХ) МОДЕЛЕЙ К ПРОЦЕССУ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

Математическая формализация процесса обучения человека, в частности формирования навыков, позволяет оптимизировать, активизировать и спрогнозировать этот процесс, что для целей теории физического воспитания, инженерной психологии и эргономики представляет определенный интерес (В. М. Зациорский, Б. Ф. Ломов, Ю. Б. Соловьев).

Предполагается, что показатель качества на любом (N-ом) этапе обучения $K(r)$ может быть представлен в виде некоторого среднего значения $K_0(r)$, отклонения от которого в зависимости от особенностей индивидуума определяются факторной или регрессионной моделью.

Изменение показателя качества в процессе обучения в среднем $K_0(r)$ определяется согласно теории обучения автоматических систем:

$$K_0(r+1) = K_0(r)(1 - \alpha_r) + \beta_r,$$

где α_r и β_r — коэффициенты, характеризующие адаптацию и управление человека на r-ом этапе обучения.

С учетом факторной зависимости:

$$K(r) = K_0(r)(1 + L_r F);$$

$$\alpha(r) = \alpha_{or}(1 + Y_r F); \quad \beta(r) = \beta_{or}(1 + Z_r F)$$

получено следующее общее выражение для определения показателя качества на любом этапе обучения в зависимости от первоначальных показателей $K_0(0)$, L_0 и средних значений α_{or} и β_{or} ($r = 1, 2, \dots, N$):

$$KN = K_0(N)(1 + LNF);$$

$$KN = K_0(0) \cdot \prod_{r=1}^N (1 - \alpha_r) + \sum_{t=1}^N \beta_t \left[\prod_{r=t+1}^N (1 - \alpha_r) \right];$$

$$K_0(N) \cdot LN = \prod_{r=1}^N (1 - \alpha_{or}) \left\{ K_0(0) \left[L_0 - \sum_{r=1}^N \frac{\alpha_{or} \cdot Y_r}{1 - \alpha_{or}} \right] + \right. \\ \left. + \sum_{t=1}^N \frac{\beta_{or}^t}{\prod_{r=1}^t (1 - \alpha_{or})} \left(Z_t + \sum_{r=t+1}^N \frac{\alpha_{or} \cdot Y_r}{1 - \alpha_{or}} \right) \right\}$$

В частных случаях предлагаемая модель дает известные результаты. Например, при $\alpha = \text{Const}$; $\beta = \text{Const}$; $L_r = Y_r = Z_r = 0$ можно получить выражение $K(N) = \frac{\beta}{\alpha} + (1 - \alpha)^N \times \times (K_0 - \frac{\beta}{\alpha})$, совпадающее с соотношением Буша и Мостеллера для вероятности с указанием стационарной точки.

Предложенная математическая модель достаточно хорошо описывает процесс формирования двигательных навыков, что было показано нами на примере формализации процесса формирования сложного профессионального двигательного навыка. В отличие от существующих наша математическая модель разработана с учетом индивидуальных психофизиологических и двигательных качеств человека, формально проявляющихся в матричной переходимости факторных нагрузок исследуемых качеств в процессе стадий формирования двигательного навыка.

ВЫВОДЫ

1. Процесс формирования сложных *профессиональных* двигательных навыков в деятельности операторского профиля на следящей системе проходит 3 стадии. Первая стадия характеризуется быстрым понижением количества ошибочных действий при сохранении относительно низкого темпа работы. Вторая стадия характеризуется быстрым повышением темпа работы в условиях более медленного дальнейшего уменьшения количества ошибочных действий. Третья стадия характеризуется небольшими (иногда разнонаправленными) изменениями показателей навыка с общей их тенденцией к улучшению и стабилизации.

2. Процесс формирования сложных *прикладных* двигательных навыков проходит 3 стадии. Первая стадия характеризуется преимущественно вычленением и формированием простых навыков, входящих в состав сложного навыка. Вторая стадия характеризуется объединением простых навыков в целостную систему сложного навыка. Третья стадия характеризуется целостным выполнением относительно стабильного по своей физиологической природе и биомеханической структуре сложного навыка. Физиологической основой формирования сложного прикладного двигательного навыка, по-видимому, служит явление усвоения ритма.

3. В индивидуальных качествах, влияющих на особенности формирования сложных профессиональных и прикладных двигательных навыков, можно выделить 3 фактора (по данным мультифакторного анализа):

1-й фактор, характеризуемый некоторыми особенностями интеллектуальной сферы и сенсорики (критичностью, логичностью мышления, быстротой и точностью ассоциаций, быстротой и точностью различных реакций и др.), мы назвали *сенсорно-интеллектуальным*;

2-й фактор, характеризуемый результатами тестовых испытаний, показывающих быстрый переход от тормозного процесса к возбуждательному и наоборот, был назван нами фактором *подвижности нервных процессов*;

3-й фактор, характеризуемый результатами различных испытаний физической подготовленности, мы назвали *двигательным* (моторным).

4. Эффективность формирования сложного *профессионального* двигательного навыка на различных стадиях зависит от преимущественного проявления отдельных психофизиологических и двигательных качеств человека: на первой стадии — главным образом, от сенсорно-интеллектуального опыта и подвижности нервных процессов; на 2-й стадии — от двигательного (моторного) опыта; на 3-й стадии — от совокупности всех качеств человека при превалирующем значении сенсорно-интеллектуальных способностей.

5. Эффективность формирования сложного *прикладного* двигательного навыка зависит, главным образом, от уровня физической подготовленности обучаемых, а при равной степени их физической подготовленности — от сенсорно-интеллектуальных способностей.

6. Устойчивость двигательных навыков в *экстремальных условиях* зависит и определяется совокупностью двигательного (моторного) фактора, фактора силы нервной системы и сенсорно-интеллектуального фактора. При этом на устойчивость двигательных навыков у человека под воздействием *психогенных стресс-факторов* влияют сила нервной системы по отношению к возбуждению, физическая тренированность человека, в основе своей имеющая развитые «ловкостные» качества, сложные сенсорно-интеллектуальные процессы с превалированием развитого механизма антиципации, а на устойчивость двигательных навыков у человека под воздействием *эндогенных стресс-факторов* — сила нервной системы по отношению к торможению, физическая тренированность человека, в основе своей имеющая развитую общую выносливость, сложные сенсорно-интеллектуальные процессы с превалированием развитой устойчивости сенсорных качеств.

7. Успешность формирования сложных профессиональных и прикладных двигательных навыков до заданного уровня в оптимальных условиях определяется результатами, показанными обучаемыми на первых занятиях. В экстремальных условиях данные показатели не являются прогностичными.

8. Спортсмены осваивают сложный профессиональный двигательный навык быстрее, чем неспортсмены. Среди спортсменов в лучшую сторону выделяются представители тех видов спорта, занятия которыми в большей мере развивают требуемые для осваиваемой профессии психофизиологические и двигательные качества.

9. В процессе формирования и совершенствования сложного прикладного двигательного навыка происходит изменение значимости физических качеств. У новичков наибольшее значение имеет быстрота, а наименьшее — сила, а у мастеров спорта наибольшее значение имеет выносливость, а наименьшее — быстрота.

10. Процесс формирования двигательных навыков у человека во взаимосвязи с его индивидуальными психофизиологическими и двигательными качествами описывается следующей математической (стохастической) моделью:

$$K(N) = K_0(N) (1 + LN F);$$

$$K(N) = K_0(o) \cdot \prod_{r=1}^N (1 - \alpha_r) + \sum_{t=1}^N \beta_t \left[\prod_{r=t+1}^N (1 - \alpha_r) \right];$$

$$K_0(N) \cdot LN = \prod_{r=1}^N (1 - \alpha_{or}) \left\{ K_0(o) \left[L_o - \sum_{r=1}^N \frac{\alpha_{or} \cdot Y_r}{1 - \alpha_{or}} \right] + \sum_{t=1}^N \frac{\beta_o \cdot t}{\prod_{r=1}^t (1 - \alpha_{or})} \left(Z_t + \sum_{r=t+1}^N \frac{\alpha_{or} \cdot Y_r}{1 - \alpha_{or}} \right) \right\}.$$

11. Полученные экспериментальные данные позволяют утверждать, что процесс формирования двигательных навыков является сложным педагогическим процессом, в котором педагогу для более быстрого формирования навыков у обучаемых следует учитывать их индивидуальные психофизиологические и двигательные качества, развивать чувство самоконтроля, проявление активности и оказывать помощь в создании модели будущего навыка и знания наиболее рациональных путей и способов превращения модели в реальный двигательный навык.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. При формировании сложных двигательных навыков необходимо строго соблюдать дидактические принципы обучения, учитывая индивидуальные особенности. При этом на первой стадии следует обращать особое внимание на систематич-

ность, постепенность и доступность, на второй стадии — на сознательность и активность и на третьей стадии — на прочность.

2. Путем использования предлагаемой математической модели в педагогическом процессе можно повысить эффективность овладения двигательным навыком за счет выявления соотношения индивидуальных психофизиологических и двигательных качеств человека, выяснения потенциальных его возможностей и соответствующего внесения необходимых конструктивных изменений в технику.

3. При планировании физической подготовки перед изучением разделов, связанных с формированием и совершенствованием прикладных двигательных навыков (на полосе препятствий) целесообразно предусматривать проведение занятий, направленных на преимущественное развитие быстроты и выносливости.

4. Полученные экспериментальные данные формирования прикладного двигательного навыка позволяют рассчитывать учебное время и уровень требований контрольных нормативов при обучении человека важным прикладным навыкам.

5. Для повышения устойчивости двигательных навыков человека в экстремальных условиях необходимо при формировании их в оптимальных условиях создавать обстановку, адекватную экстремальной.

6. При профессиональном отборе для обучения сложным профессиям предпочтение следует отдавать спортсменам и, главным образом, тем из них, которые занимаются видами спорта, развивающими психофизиологические и двигательные качества, требуемые данной профессией.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Некоторые закономерности формирования двигательного навыка, «Теория и практика физической культуры», 1968, № 12, стр. 10—13.

2. Корреляционный и факторный анализы некоторых психофизиологических качеств при первоначальном формировании сложного профессионального двигательного навыка, Материалы III Всесоюзного съезда общества психологов СССР, т. 3, вып. 1, М., 1968, стр. 158—160.

3. К вопросу о некоторых закономерностях формирования двигательного навыка, Материалы научной конференции, посвященной 50-летию Вооруженных Сил СССР и Факультета, ВДКФФКиС, Л., 1968, стр. 174.

4. К вопросу о роли сознания в процессе формирования двигательного навыка, В сб. «Расширенная научная конференция кафедры психологии», ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, Л., 1968, стр. 67.

5. О росте показателей психических функций в экстремальных условиях, В сб. «Расширенная научная конференция кафедры психологии»,