

ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛОВЕКА КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ "ЧЕЛОВЕК — МАШИНА — СРЕДА"

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗАТОРОВ

В процессе эволюции у человека сформировалась и продолжает совершенствоваться естественная система защиты от опасностей. Часто возникает необходимость рационального дополнения этой системы техническими средствами обеспечения безопасности.

Основа естественной системы защиты от опасностей — нервная система, управляющая деятельностью мышц и состоящая приблизительно из 10 млрд нейронов и 70 млрд вспомогательных клеток. Одно из основных свойств нервной системы — передача возбуждений с помощью рефлексов: безусловных, которые рождаются вместе с человеком, и условных, вырабатываемых в течение всей жизни в ответ на действие различного рода раздражителей.

Посредством безусловных рефлексов человек неосознанно отвечает на опасности, угрожающие его организму, что способствует самосохранению. С помощью условных рефлексов человек осознанно и адекватно реагирует на опасности, способствуя избеганию их действия (уменьшению уровня риска) или снижая тяжесть последствий.

Другое основное свойство нервной системы — торможение — остановка двигательного акта нервным центром. Процессы возбуждения и торможения чередуются случайным образом и приводят к разнообразию деятельности.

Идентификация опасностей невозможна без своевременного формирования в центральной нервной системе перцептивных (чувственных) образов, которые служат субъективным отражением в сознании человека свойств действующих на него объектов. Этот процесс включает в себя три стадии: обнаружение, распознавание (опознание), различение.

Главные средства (физиологическая основа), необходимые для приема информации и формирования чувственных образов, — анализаторы — чувственные приборы, посредством которых человек ощущает раздражения. Они состоят из трех частей: рецепторов; проводящих нервных путей; сенсорных центров коры больших полушарий головного мозга или центров спинного мозга.

Функция рецептора заключается в превращении энергии раздражителя в нервный процесс. Вход рецептора приспособлен к приему сигналов определенного вида (модальности). Выход посылает единые для всей нервной системы сигналы (импульсы).

Проводящие нервные пути передают импульсы в кору головного мозга со скоростью около 120 м/с. Там они обрабатываются и снова возвращаются в рецепторы. Таким образом возникает обратная связь. В процессе взаимодействия рецепторов и сенсорных центров формируются чувственные образы.

Мозговой конец анализатора состоит из ядра и рассеянных по коре больших полушарий элементов. Последние обеспечивают нервные связи между различными анализаторами.

Понятие об анализаторах введено в физиологию И. П. Павловым в 1909 г. По значимости их классифицируют (в скобках даны единицы измерения) следующим образом: зрительный (лк), слуховой (дБ), тактильный (г/мм²), вкусовой (мг/л), кинестетический, или двигательный, (кг), температурный (°С), вестибулярный (м/с²).

Основными характеристиками анализаторов служат пороги: абсолютный, дифференциальный и оперативный.

Минимальную силу раздражителя, способную вызвать ощущение, называют нижним абсолютным порогом чувствительности, а максимально допустимую — верхним абсолютным порогом. Интервал между нижним и верхним абсолютными порогами — диапазон чувствительности анализатора.

Дифференциальный порог — это минимальное различие между двумя раздражителями (сигналами) либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметную разницу ощущений. Дифференциальный порог dI /прямо пропорционален исходной силе раздражителя I :

$$dI/I = k,$$

где k — константа ($k = 0,01$ для зрительного, $k = 0,1$ для слухового и $k = 0,3$ для тактильных анализаторов).

На основании полученной зависимости установлена взаимосвязь:

$$S = k \lg I + C,$$

где C — постоянная величина.

Последнюю формулу называют основным психофизическим законом (законом Вебера — Фехнера), т. е. интенсивность ощущения S прямо пропорциональна логарифму силы раздражителя I . Данный закон не действует в области боли, где наблюдается примерно прямо пропорциональная зависимость между раздражением и ощущением.

Однако дифференциальный порог определяет предельные возможности анализатора. Оптимальную различимость сигналов характеризует оперативный порог различения, представляющий собой то наименьшее значение различения между [двумя] сигналами, при котором скорость и точность различения достигают максимума. Обычно оперативный порог различения в 10... 15 раз больше дифференциального.

Величины порогов не стабильны. Находясь в зависимости от многих трудно учитываемых факторов, порог рассматривают как статистическое понятие.

Важнейшие свойства анализаторов — адаптивность и избирательность.

Адаптация — изменение диапазона чувствительности в соответствии с условиями работы. Адаптация характеризуется изменением чувствительности и временем, в течение которого она осуществляется. Эти показатели неодинаковы для разных анализаторов. Тактильный адаптируется

наиболее быстро, зрительный — медленнее, но диапазон изменения чувствительности у последнего очень большой.

Избирательность анализатора заключается в его способности выбирать из множества действующих только определенный раздражитель.

Раздражителем зрительного анализатора считают световую энергию, рецептором — глаз. Посредством зрения человек получает до 90 % всей информации, воспринимая при этом форму, цвет, яркость и движение предметов.

По строению глаз можно сравнить с фотокамерой, объективом которой служит хрусталик. Световые лучи создают уменьшенное обратное изображение на сетчатке, где расположены рецепторы, состоящие из палочек и колбочек. Рецепторы преобразуют световой поток в нервные импульсы, которые по зрительному нерву, включающему в себя приблизительно 900 тыс. нервных проводков-волокон, передаются в сенсорный центр головного мозга. Величина импульсов зависит от освещенности сетчатки в месте формирования изображения рассматриваемого предмета.

Глаз наиболее чувствителен к желто-зеленой области спектра, наименее — к красной и фиолетовой. Длина волн видимой части оптической области спектра 380 нм до 10¹⁰ нм...760 нм до 10¹⁰ нм.

Основная характеристика зрительного анализатора — пропускная способность: количество информации в единицу времени. Максимальная пропускная способность у сетчатки — 5,6 × 10⁹ бит/с, у сенсорного центра — 20...70 бит/с, а минимальная — на уровне ответных двигательных реакций — 2...4 движения в 1 с.

Зрение характеризуется остротой (минимальным углом, под которым две точки еще видны как отдельные), которая снижается с уменьшением яркости, увеличением расстояния до предмета, угла зрения и с возрастом.

У людей могут наблюдаться отклонения в восприятии цвета, что увеличивает степень подверженности несчастным случаям. Например, человек, страдающий цветовой слепотой, воспринимает окружающий его

мир только в сером цвете. Дальтоники чаще не различают красный и зеленый цвета, реже — желтый и фиолетовый. При так называемой "куриной слепоте" резко ухудшается зрение в сумерках и возможна его полная потеря с наступлением темноты.

Ощущение, создаваемое световым сигналом, сохраняется в течение 0,1...0,3 с после исчезновения сигнала, поэтому при достижении определенной частоты прерывистый световой поток кажется непрерывным. Такая инерция зрения особенно опасна при совпадении частоты вращения предмета с частотой вспышек газоразрядных ламп. В этом случае вращающийся объект кажется неподвижным (стробоскопический эффект). Поэтому в токарных цехах разрешается применять только лампы накаливания.

Звуковые сигналы широко используют в системах управления. Речь — наиболее эффективный способ передачи звуковой информации. Восприятие речи зависит от правильности расстановки пауз, оптимального темпа (120...160 слов в 1 мин), интенсивности звука, который должен превышать интенсивность шума в лучшем случае на 6 дБ. Аудирование (восприятие и понимание) улучшается на 20 %, если ударение делают на последний слог. Шестисложные слова воспринимаются правильно в 3,2 раза чаще, чем односложные, так как у первых больше опознавательных признаков. Для правильного построения фраз их длина не должна превышать 5... 9 слов. В противном случае восприятие ухудшается. Наиболее значащие слова следует располагать в первой трети фразы. В разрешающих фразах или командах разрешение должно следовать в конце, после изложения содержания действия, в запрещающих — наоборот.

Звуковые сигналы могут информировать человека об опасности. Благодаря тому, что звуковые волны достигают обращенного к ним уха быстрее, можно определять место расположения источника звука.

Порог слышимости в значительной степени зависит от частоты звуков. Человек воспринимает звуки частотой 16...20 000 Гц. Порог болевого ощущения мало зависит от частоты и находится в пределах 120...140 дБ.

Тактильный анализатор используют для передачи информации крайне редко, но его роль значительно важнее при утрате человеком зрения. Диапазон изменения чувствительности на дистальных частях тела 3...300 г/мм². Пропускную способность такого анализатора можно увеличить. При сравнительно небольшой тренировке можно достичь скорости чтения около 40...50 слов в минуту.

Тактильному анализатору свойственна быстрая адаптация (исчезновение чувства прикосновения). Ее время для различных участков тела изменяется от 2 до 20 с и зависит от силы раздражителя. Порог болевой чувствительности кожи кончиков пальцев рук равен 300 г/мм². Всего же в коже находится около 1 млн реагирующих на боль нервных окончаний.

На поверхности языка находится приблизительно 9000 нервных окончаний, реагирующих на вкус и лучше всего функционирующих при температуре 24 °С. Различительная чувствительность вкусового анализатора довольно груба. Во многом она зависит от индивидуальных особенностей и состояния организма.

Поверхность зоны обоняния носа составляет в среднем 5... 10 см² но на ней сосредоточен примерно 1 млн нервных окончаний. Ощущение запаха у человека возникает при возбуждении не менее 40 нервных окончаний.

Вкусовые и обонятельные ощущения играют в основном предупредительную роль.

Кинестетические рецепторы двигательного анализатора (проприорецепторы) находятся в мышцах и о своем состоянии посылают сигналы в мозг. Ответные импульсы мозга координируют работу мышц, заставляя человека принимать оптимальную позу. От положения тела зависят безопасность и работоспособность.

Температурная чувствительность характерна для организмов, поддерживающих с помощью терморегуляции постоянную температуру тела. В коже человека содержится около 250 000 нервных окончаний, реагирующих на холод, и приблизительно 30 000, реагирующих на тепло. Ощущаемая людьми разница температур составляет примерно 1 °С.

Вестибулярный аппарат расположен во внутреннем ухе человека и призван обеспечивать сохранение равновесия. Для некоторых профессий (пилоты, моряки и т. п.) состояние вестибулярного аппарата особенно важно.

Указанные анализаторы находятся в сложном взаимодействии друг с другом.

В реальных условиях на человека действуют одновременно несколько раздражителей, влияющих на всю систему анализаторов. Известно, что при вибрации или сильном шуме снижается чувствительность зрения. Поэтому при обеспечении оптимальных условий жизнедеятельности человека следует учитывать не только характеристики анализаторов, но и весь комплекс действующих на них раздражителей.

2.2. СТРЕССЫ И ДИСТРЕССЫ. ЗАКОН ИЕРКСА — ДОДСОНА

Стресс (с англ. — давление) — состояние психического напряжения, возникающее у человека при деятельности в трудных условиях. Понятие стресса введено канадским физиологом Селье в 1936г.

Для стрессового состояния человека характерны дефекты процесса мышления. Рассмотрим структурную схему возникновения стресса (рис. 2.1), состоящую из цепи последовательных событий: А, Б, В и Г.

После наступления события Г формируется одна из следующих ситуаций:

- прекращение действий (заторможенность);
- совершение лишних действий (суета);

совершение инстинктивных защитных действий (часто не соответствующих требуемым мерам защиты);

выполнение действий без изменений (вместо прекращения или изменения);

выполнение оптимального (или близкого к нему) варианта действий, адекватного характеру грозящей опасности.



Рис. 2.1. Структурная схема возникновения стресса, состоящего из событий:

А — работающий отвлекся; Б — автоматическое продолжение действий; В — возвращение внимания к работе; Г — замечено отклонение от технологического процесса

15

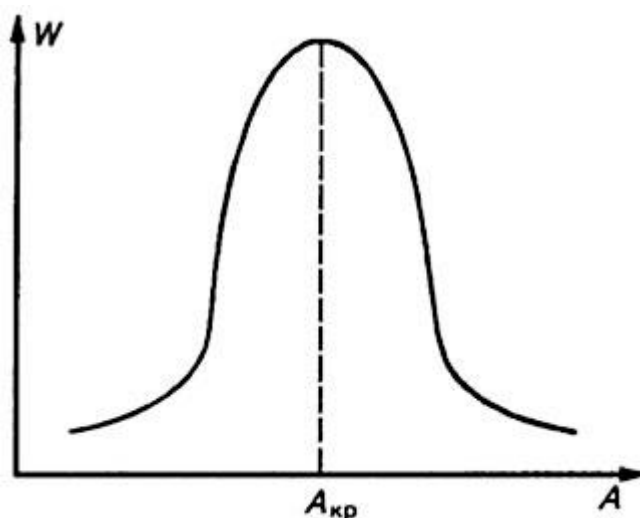


Рис. 2.2. Графическая иллюстрация закона Иеркса—Додсона

Стресс, превышающий критический уровень, называют дистрессом. При этом появляется чувство растерянности и возникает паническое состояние, когда особенно ухудшаются ориентация и контроль. Разницу в поведении человека при стрессах и дистрессах иллюстрируют законом Иеркса — Додсона (рис. 2.2): с ростом активации нервной системы A до

определенного уровня продуктивность поведения, или производительность труда \wedge повышается, тогда как с дальнейшим ростом активации продуктивность начинает падать. Стресс оказывает положительный (мобилизующий) эффект до тех пор, пока активация нервной системы не превышает некоторого критического уровня $A_{кр}$, после чего развиваются процессы нарушения механизмов саморегуляции и ухудшения результатов деятельности.

При стрессе затрудняются восприятие (оценка обстановки) и мышление (принятие решения) тем больше, чем сложнее ситуация. С усилением состояния напряженности появляются ошибки в выполнении некоторых операций или пропуск отдельных операций, стремление перейти к наиболее простым, прочно закрепленным предыдущей практикой. Человек действует автоматически, не успевая осознать, что он делает.

Возникновению стрессов способствуют следующие экстремальные ситуации: интенсивная работа с ограничением во времени; недостаток и однородность поступающей информации, низкая двигательная активность.

Чтобы исключить первую ситуацию, надо оптимизировать загрузку работающих, которая должна находиться в пределах 40.. 60 % максимальной и лишь временно повышаться до 80 %. Остальная часть загрузки — резерв, используемый только при крайней необходимости, например при возникновении угрозы жизни и здоровью.

Необходимо отметить, что изображенная на рисунке 2.2 инвертированная U-образная кривая отображает усредненную для всех людей закономерность. Поведение и работоспособность конкретного человека изменяются в стрессовых ситуациях сугубо индивидуально. Одни люди наиболее эффективно действуют в состоянии высокого эмоционального напряжения — при угрозе жизни и здоровью, во время соревнований, экзаменов и т. п. Другие в подобных ситуациях теряются и подвергаются панике. Например, замечено, что опытные рабочие при возникновении опасности действуют медленнее, оценивая сложившееся

положение с помощью активного мышления, а молодые — более быстро, стараясь отреагировать движениями.

Существует зависимость поведения человека от типа нервной системы. Люди со слабым типом нервной системы наиболее склонны к дистрессам. Из-за этого они не могут работать там, где типичны экстремальные ситуации. Людей с сильным типом нервной системы целесообразно "подхлестывать" при выполнении ответственной задачи, что будет влиять на успех ее решения. Для достижения более высоких результатов деятельности на таких людей следует воздействовать как можно меньше, предупреждая дистресс.

Факторы, приводящие к нарушению способности рационально действовать и правильно оценивать возникшее положение, порождающие высокое эмоциональное напряжение и лихорадочную работу воображения, вызывающие страх, можно разделить на три группы:

физиологические (усталость, голод, опьянение и т. п.);

психологические (неуверенность в своих силах, чувство одиночества, внезапный страх и т. п.);

социально-психологические (отсутствие взаимопонимания в группе людей, недостаток или избыток информации, а также ее искажение и т. п.).

Для снижения негативного влияния на человека экстремальных ситуаций проводят различные мероприятия. При соответствующей психологической подготовке, выполнении физических упражнений с постепенно возрастающим уровнем риска, не выходящим за границы приемлемого, проведении инструктажей и т. д. можно сформировать определенные морально-волевые качества, способствующие избежанию неблагоприятных последствий таких ситуаций.

Не следует недооценивать роль социально-психологических факторов. Доказано, что в условиях группы готовность к риску выше, чем при действиях в одиночку (эффект "сдвига риска" Стоунера). Поэтому для повышения степени мобилизации организма надо предварительно сплотить

коллектив, подготовить его членов к работе с оправданным уровнем риска и стимулировать успешное выполнение поставленных целей.

При частом появлении стрессовых ситуаций в производственной деятельности возникают негативные последствия. Установлено, что диспетчеры железных дорог живут в среднем на 16 лет меньше работников других профессий и чаще умирают от болезней сердца.

2.3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА. ЗАКОН АТКИНСОНА

Деятельность — специфическая форма активного отношения человека к окружающему его миру. Побудителем деятельности служит потребность в чем-то необходимом для функционирования организма.

Цель деятельности — удовлетворение потребностей человека.

Мотив (с фр. — побуждение) деятельности — это фактор, определяющий выбор цели при данных потребностях. Мотивы направляют и контролируют деятельность. Внешние факторы, усиливающие стремление к цели, называют стимулами. По утверждению психологов, от мотивов зависит 70...80 % достигаемых результатов и только 20...30 % — от интеллекта личности.

В труде проявляются следующие мотивы: выгода, безопасность, удобство, удовлетворенность и т. д. Под выгодой подразумевают заработную плату, режим труда и отдыха, место расположения предприятия и престиж профессии. Мотивом безопасности служит стремление уберечь себя от травм. Мотив удобства выражается в стремлении выбрать наиболее простой и легко осуществимый способ выполнения задания. Удовлетворенность результатами своей деятельности — источник положительных эмоций, способствующих поддержанию высокого морально-психологического настроения.

Между мотивами возможны конфликты. Например, некоторые средства индивидуальной защиты (СИЗ) не всегда удобны в эксплуатации. В

связи с этим снижаются производительность труда, а следовательно, и заработная плата. Вот почему в практической деятельности особенно важно достичь слияния мотивов безопасности и выгоды. Характерный пример противоречия этих мотивов — работа шахтера: он должен как можно больше добыть угля для увеличения своей заработной платы и при этом надежно установить крепления для предотвращения обвала породы. Рабочие чаще всего игнорируют менее вероятные отрицательные события для достижения более привлекательных целей, так как выгода очевидна в данный момент, а опасность и ее вероятность возможны в будущем. Таким образом, из двух конкурирующих мотивов побеждает тот, который раньше реализуется. Следовательно, градиент выгоды оказывается выше градиента опасности, что подтверждается приведенными на рисунке 2.3 линиями изменения силы мотивов.

В иерархии мотивов трудовой деятельности мотив физической безопасности занимает ведущее место только в группе "соблюдающих" рабочих, а в группе нарушителей он находится лишь на третьем месте, следуя после мотивов выгоды и одобрения товарищей. Мотив выгоды предпочтительнее из-за отсутствия поощрения безопасной работы. Поэтому у людей с течением времени вырабатывается навык действий с нарушением правил безопасности даже в случае неизбежности социального наказания. Изменить сложившееся положение можно двумя способами: поощрением мотива безопасности; организацией процесса труда таким образом, чтобы исключить выгоду при нарушении правил безопасности.

В случае, когда за безопасное поведение человека поощряют, он стремится вести себя таким образом наиболее часто. При наказаниях за допущенные нарушения для изменения поведения в лучшую сторону требуется меньше времени. Поэтому одобрение в большинстве случаев оказывается более эффективным, чем порицание.

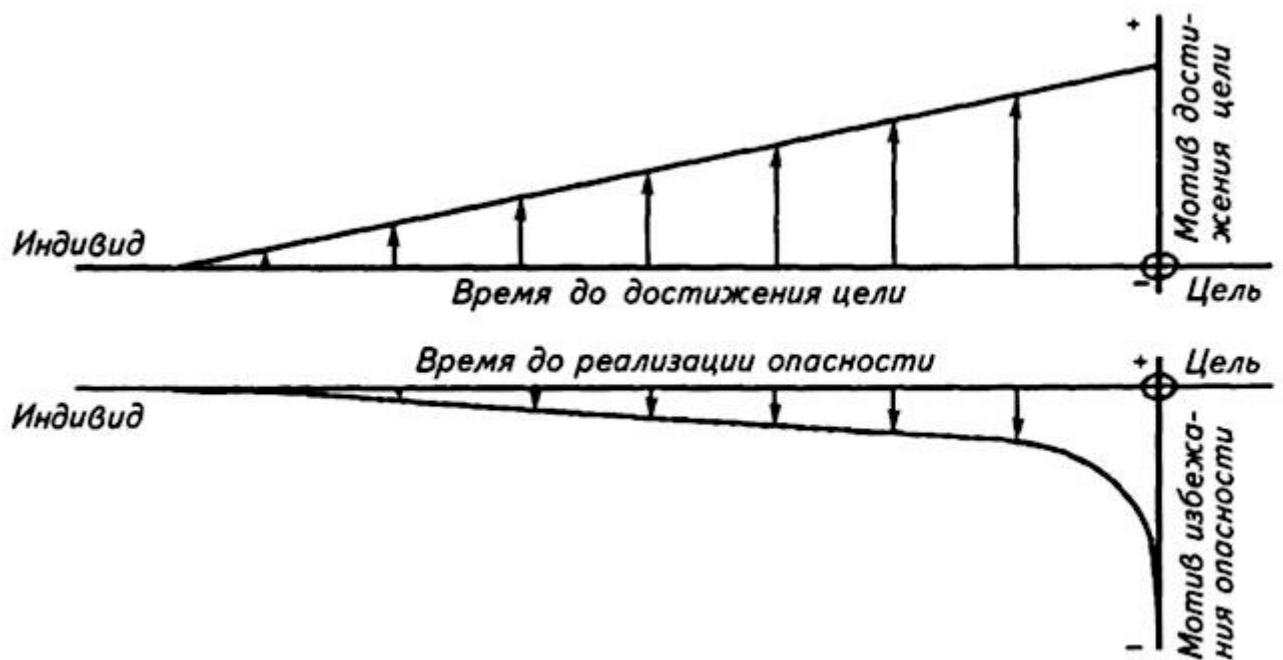


Рис. 2.3. Графическая иллюстрация изменения силы мотивов

Установлено, что отрицательная стимуляция (лишение премии, наложение штрафов и т. п.) эффективна только на стадии обучения. При совмещении в психике человека негативных факторов опасных ситуаций и последующего неприятного воздействия со стороны администрации предприятия у человека закрепляются неудачные способы действий. И наоборот, при положительной стимуляции безошибочных и безопасных действий они закрепляются в психике работающих.

Так как среди психологических факторов, влияющих на безопасность труда, мотивационный фактор считают главным, то важно не оставлять без внимания случаи нарушения работающими правил безопасности. Это связано с тем, что при выполнении операций трудового процесса с нарушениями в случае отсутствия травм усиливается собственная мотивация работающего к таким неправильным действиям.

Наиболее типичный вид деятельности — труд, в процессе которого человек использует имеющиеся орудия при определенных условиях, учитывает прошлый опыт и вытекающие из процесса опасности.

На основе трудовой деятельности возникли и другие виды предметной деятельности: учебная, игровая, творческая, военная и др. Все они имеют

общие особенности или показатели: процесс и результат деятельности. Для трудовой, учебной и военной деятельности наиболее важен результат, причем лучше, если он будет достигнут при минимальных затратах сил и средств. В игре и творчестве первое место занимает сам процесс. Для любой деятельности требуются большая сила воли и напряжение. Поэтому наиболее привлекательна деятельность с элементами игры и творчества.

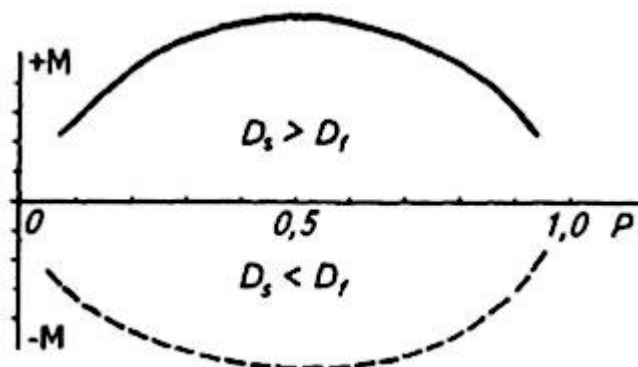


Рис. 2.4. Схема, иллюстрирующая закон Аткинсона:

M — мотивация к деятельности; D_s — доминирование диспозиции достижения успеха; D_f — преобладание диспозиции на избежание неудачи; P — вероятность неудачи (недостижения цели) изменяется от 0 до 1

Предметная деятельность состоит из операций — конкретных способов, которые человек избирает для выполнения того или иного действия. Выбор операций зависит от решаемой задачи. Если субъект может усмотреть опасность в предметном действии (наличие явной опасности), то фактор безопасности превращается в самостоятельное условие, влияющее на выбор варианта деятельности. Наличие скрытых опасностей, как правило, при выборе вариантов никакой роли не играет. Если действие изначально представляется человеку сложным и опасным, то оно вызывает избыточную энергетическую мобилизацию организма, способствуя успеху выполнения такого действия. Задачи большей опасности порождают ярко выраженные эмоции и энергетическую мотивацию. Так, на опасных работах число несчастных случаев меньше (= 40 %), чем на неопасных (= 60 %).

Американскому психологу Аткинсону удалось сформулировать закон, связывающий цели и мотивы деятельности: "Люди выбирают задание той или иной степени сложности, исходя из мотивационной диспозиции: устремленности к успеху или избежания неудачи". Обнаруженную закономерность называют теорией мотивации достижения. Ее иллюстрируют кривыми, изображенными на рисунке 2.4.

Люди с преобладающей диспозицией к достижению успеха ($D_s > D_f$) наиболее мотивированы к решению задач средней степени сложности ($P \sim 0,5$). Однако следует помнить, что чем сильнее диспозиция на достижение цели, тем сильнее переживают угрозу ее недостижения.

Люди с доминирующей диспозицией на избежание неудачи ($D_f > D_s$) предпочитают решать задачи малой степени сложности (P близка к нулю) или чрезмерно трудные (P близка к единице). Наибольшая же отрицательная мотивация возникает в задачах средней сложности. Диспозиция к избежанию неудачи не является негативной: люди могут достичь высоких результатов, когда такая диспозиция достаточно велика.