

**Тема 1.4 «Идентификация и
воздействие на человека
вредных и опасных факторов
среды обитания»**

**Лекция для студентов 2 курса
лечебного и педиатрического
факультетов**

Вопросы

- 1. Классификация негативных факторов среды обитания человека**
- 2. Время реакции человека на действие раздражителей**
- 3. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания**
- 4. Химические негативные факторы. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания**
- 5. Ионизирующее излучение**
- 6. Биологические негативные факторы**
- 7. Психофизиологические негативные факторы**

**Вопрос 1 Классификация
негативных факторов
среды обитания человека**

Состояние природной среды может быть:

- Естественное,
- Равновесное,
- Кризисное,
- Критическое,
- Катастрофическое,
- Состояние коллапса.



Человек живет, непрерывно обмениваясь энергией с окружающей средой, участвуя в круговороте веществ в биосфере. В процессе эволюции человеческий организм приспособился к экстремальным климатическим условиям – низким температурам Севера, высоким температурам экваториальной зоны, к жизни в сухой пустыне и в сырых болотах. Энергетическое воздействие на незащищенного человека, попавшего в шторм или находящегося в грозовом районе, может превысить допустимый для человеческого организма уровень и нести опасность его травмирования или гибели.

Негативные факторы, воздействующие на людей, подразделяются на:

- Естественные, т.е. природные.
- Антропогенные, которые вызваны деятельностью человека.

Опасные и вредные факторы по природе действия согласно ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические.



ФИЗИЧЕСКИЕ

движущиеся
машины,
подвижные части
оборудования,
неустойчивые
конструкции,
электроток,
вибрация, ЭМИ,
УФО шум и пр.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ

микроорганизмы,
грибы, простейшие и
продукты их
деятельности
(токсины),
макроорганизмы
(животные и
растения)

Опасные и вредные
факторы
подразделяются
(ГОСТ 12.0.003-74)

ХИМИЧЕСКИЕ

токсические,
сенсibiliзи-
рующие,
канцерогенные,
мутагенные,
раздражающие и
пр.

Один негативный
фактор по природе своего и
тот же действия может
относиться одновременно к
различным группам.

ПСИХОФИЗИОЛО- ГИЧЕСКИЕ

физические
перегрузки, нервно-
психические
нагрузки,
перенапряжения,
эмоциональные
перегрузки

**Вопрос 2 Время реакции
человека на действие
раздражителей**

Фактор

**Время реакции человека –
время от начала подачи
сигнала до ответной реакции
организма**

Ответ

Делится на 3 фазы

**Время
прохождения
нервных
импульсов от
рецептора до коры
головного мозга**

**Время,
необходимое для
переработки
нервных импульсов
и организации
ответной реакции в
центральной
нервной системе**

**Время ответного
действия организма**

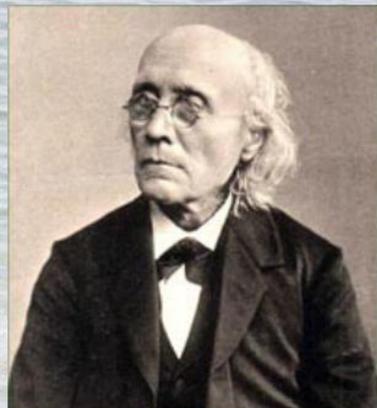
Время скрытой рефлекторной реакции человека

Рефлекторные реакции	Время скрытой реакции, с
На световое раздражение: <ul style="list-style-type: none">• центральная часть сетчатки• периферийная часть сетчатки	0.16-0.18 0.18-0.22
На слуховое раздражение	0.14-0.16
На болевое раздражение: <ul style="list-style-type: none">• электрокожное• тепловое	0.1-0.12 0.36-0.4
На тепловое контактное раздражение	0.5-0.8
На холодное контактное раздражение	0.35-0.45
Вестибуломоторная реакция: <ul style="list-style-type: none">• на угловое ускорение• на прямолинейное ускорение	0.26-0.28 0.32-0.38
На обонятельное раздражение – воздействие паров: <ul style="list-style-type: none">• релина• линолеума• древесно-стружечных плит	0.9-1.0 0.7-0.8 0.9-1.0
На вкусовые раздражения	1.1
На тактильные раздражения	0.15-0.8

**Вопрос 3 Допустимое
воздействие вредных
факторов на человека и
среду обитания**



- Эрнст Вебер
- (Ernst Henrih Weber)
- 1795–1878



- Густав Фехнер
- (Gustav Theodor Fechner)
- 1801—1887

• Исследовали связь между физическим воздействием на органы чувств и интенсивностью ощущения (психофизика)

На базе закона Вебера – Фехнера построено нормирование вредных факторов. Чтобы исключить необратимые биологические эффекты, воздействие факторов ограничивается предельно допустимыми концентрациями.

При оценке допустимости воздействия вредных факторов на организм человека исходят из биологического закона субъективной количественной оценки раздражителя Вебера – Фехнера. Он выражает связь между изменением интенсивностью раздражителя и силой вызванного ощущения.

Закон Вебера — Фехнера представляет собой важнейшее открытие в области психофизики, который позволяет охарактеризовать то, что, казалось бы, не способно поддаваться какой бы то ни было характеристике, а именно, ощущения человека.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) или предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальное значение фактора, которое, воздействуя на человека (изолированно или в сочетаниями с другими факторами), не вызывает у него и у его потомства биологических изменений даже скрытых и временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов, а также психологических нарушений (снижения интеллектуальных и эмоциональных способностей, умственной работоспособности).

ПДК и ПДУ устанавливаются для производственной и окружающей среды. При их принятии руководствуются следующими принципами:

- Приоритет медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов перед прочими подходами (технической достижимостью, экономическими требованиями)**
- Пороговость действия неблагоприятных факторов (в том числе химических соединений с мутагенным или канцерогенным эффектом действия, ионизирующего излучения)**
- Опережение разработки и внедрения профилактических мероприятий до появления опасного и вредного фактора.**

В соответствии с указанным выше стандартом установлены ПДК для более чем 1300 вредных веществ. Ещё приблизительно для 500 вредных веществ установлены ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

**Вопрос 4 Химические
негативные факторы.
Воздействие негативных
факторов на человека и среду
обитания**



Яд – вещества вызывающие отравления в малых количествах. Понятие «малое количество» носит субъективный характер. Некоторые яды вызывают смертельные исходы в дозах равных нескольким нанограммам (ботулотоксин), др. вещества (алкоголь) вызывают отравления при поступлении в организм в количестве десятков, сотен грамм.

Впервые на это указал еще в XV в. известный врач и химик Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм (Парацельс): «Все есть яд. Ничего не лишено ядовитости. И только доза делает это вещество или ядом, или лекарством»

Токсичность – способность, действуя на организм в определенных дозах и концентрациях, нарушать дееспособность, вызывать заболевание или даже смерть (действуя на биологические системы вызывать их повреждение или гибель).

Токсикант – промышленный яд, вызывающий не только интоксикацию, но провоцирующий и другие формы токсического процесса на разных уровнях биологической организации



Токсин – яд биологического происхождения.

Токсический процесс – это формирование и развитие реакции биосистемы на действие токсиканта, приводящее к ее повреждению (нарушению функций, жизнеспособности).

Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентрации ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих концентраций и доз, а втором – в виде смертельных концентраций.

Вредное вещество – химическое соединение, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Резорбция – это процесс проникновения токсиканта из внешней среды в кровяное или лимфатическое русло.

Депонирование – это накопление и длительное сохранение химического вещества в органах (тканях). В основе депонирования лежат два явления:

- высокое физико-химическое сродство ксенобиотика к неким компонентам биосистемы (напр. избирательное накопление липофильных веществ в жировой ткани);
- кумуляция благодаря избирательному, активному захвату токсиканта клетками органа (напр. печень активно захватывает различные вещества).

Элиминация – совокупность процессов, приводящих к снижению содержания токсиканта в организме. Она включает экскрецию (выведение) ксенобиотика из организма и его биотрансформацию.

Выделяют 2 фазы биотрансформации

I фаза: окисление, восстановление, гидролиз, т.е. отщепление или присоединение различных групп – метильной, гидроксильной и пр. По окончании этой фазы образуются промежуточные продукты, обладающие высокой биологической активностью.

II фаза : синтетические превращения – реакции конъюгации (метилование, ацетилирование, образование меркаптосоединений). Активное вещество взаимодействует с эндогенным конъюгатом (агентом). Образуется комплекс – конъюгат-яд, который легко выделяется из организма.

Механизм токсического действия – это взаимодействие на молекулярном уровне токсиканта с организмом, приводящее к развитию токсического процесса. Биомишенями для токсикантов могут быть различные ферменты, медиаторы, белки, нуклеиновые кислоты и пр.

Механизмы антагонистических отношений между антидотом и токсикантом:

- химический антагонизм – антидоты непосредственно связываются с токсикантом, при этом осуществляется химическая нейтрализация свободно циркулирующего токсиканта и образование малотоксичного и пр.;**
- биохимический антагонизм – вытеснение токсиканта из связи с субстратом и пр.;**
- физиологический антагонизм – нормализация функционального состояния субклеточных биосистем;**
- препятствие превращению ксенобиотика в высокотоксичные метаболиты (этиловый спирт – метиловый спирт).**

Механизм формирования и развития токсического процесса, прежде всего, определяется строением вещества и его действующей дозой. Проявление токсического процесса (или последствия его токсического действия) исследуются на клеточном, органном, организменном, популяционном уровне.

Токсический процесс на клеточном уровне проявляется:

- **Обратимыми структурно-функциональными изменениями клетки (изменение формы, количества органелл, сродства к красителям и т.д.).**
- **Преждевременной гибелью клетки (некроз, апоптоз).**
- **Мутациями.**



Формы токсического процесса, выявляемые на уровне целостного организма множественны и могут быть классифицированы следующим образом:

- **интоксикации – болезни химической этиологии;**
- **транзиторные токсические реакции – быстро проходящие, не угрожающие здоровью населения, сопровождающиеся временным нарушением дееспособности (например, раздражение слизистых оболочек);**
- **аллобиотические состояния – наступающее при воздействии химического фактора изменение чувствительности организма к инфекционным, химическим, лучевым, другим физическим воздействиям и психогенным нагрузкам;**
- **специальные токсические процессы – беспороговые, имеющие длительный скрытый период, развивающиеся, как правило, в сочетании с дополнительными факторами (например, канцерогенез).**



По Е.А. Лужникову выделяют 2 стадии острого отравления: токсигенная и соматогенная

Токсикогенный эффект проявляется в самой ранней клинической стадии отравления – токсикогенной, когда токсический агент находится в организме в токсической дозе. Одновременно включаются и развиваются процессы адаптационного характера. Клинические проявления отравлений в токсикогенной стадии определяются в основном специфическими свойствами ядов.



В соматогенной фазе острых отравлений клинические проявления определяются характером и степенью повреждения различных функциональных систем в зависимости от интенсивности химической травмы, длительности токсикогенной стадии и избирательной токсичности яда. В этой фазе наблюдаются патологические синдромы: пневмония, острая почечная недостаточность, острая печеночная недостаточность, сепсис, отек легких, отек мозга.



Вопрос 5 Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение (ИИ) – это поток частиц или квантов, способных вызывать ионизацию атомов и молекул в облучаемом веществе. Ионизация – основное свойство этих излучений, по которому они отличаются от других излучений. То есть любое излучение, энергии которого достаточно для изменения атома или молекулы, на которую они воздействуют (отрыв электрона, изменение ядра) называют ионизирующим. Ионизирующие излучения делятся на электромагнитные и корпускулярные

Атомы, имеющие одинаковое число протонов в ядре (относящиеся к одному химическому элементу), но разное число нейтронов по отношению друг к другу являются изотопами (протий, дейтерий, тритий).

Почти 90% известных атомных ядер нестабильны. Нестабильное ядро самопроизвольно превращается в другие ядра с испусканием частиц. Это свойство ядер называется **радиоактивностью**, то есть радиоактивность – самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа в другой изотоп (обычно – изотоп другого химического элемента).

Явление радиоактивности было открыто в 1896 г. французским физиком А. Беккерелем. Число атомов элемента, распадающихся в единицу времени называют **активностью изотопа**. В качестве единицы активности в системе СИ принят беккерель (Бк). 1 Бк – это 1 распад в 1 секунду. На практике используют внесистемную единицу кюри (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$.

Время, в течение которого количество радиоактивных атомов вещества уменьшается наполовину называется **периодом его полураспада**.

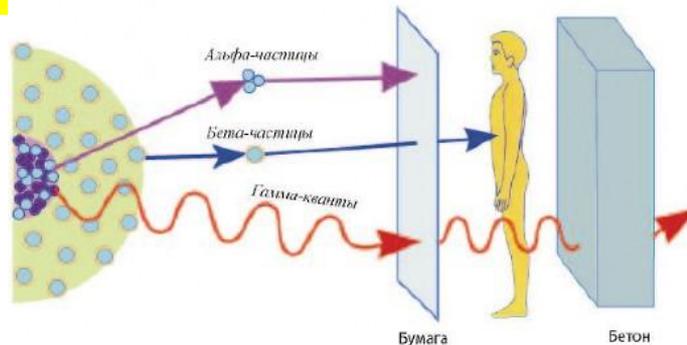
Наиболее значимые электромагнитные ионизирующие излучения:

- **рентгеновское излучение**, которое в земных условиях всегда имеет искусственное происхождение;
- **гамма-излучение**, которое является продуктом ядерных превращений радиоактивных элементов (радиоизотопов). Может иметь как искусственное, так и естественное происхождение.

Корпускулярные ИИ представляют собой пучки элементарных ядер, их частиц или ионов. Их делят на ускоренные заряженные и нейтральные частицы.

Наиболее значимые ускоренные заряженные частицы: **альфа-частицы (ядра гелия)** и **бета-частицы (электроны)**. Естественными источниками ускоренных заряженных частиц являются природные радиоизотопы. К искусственным источникам относятся искусственные радиоизотопы и ускорители заряженных частиц.

Наиболее значимыми нейтральными частицами являются **нейтроны**. Нейтронное излучение всегда имеет искусственное происхождение и возникает при бомбардировке атомного ядра ускоренной заряженной частицей или фотоном высокой энергии в лабораторных условиях, при взрывах атомных и термоядерных (водородных) боеприпасов.



Стадии воздействия ионизирующего излучения на организм

Физическая. Поглощение биомолекулами энергии излучения; образование ионизированных и возбужденных атомов и молекул, которые случайным образом распределены в веществе, поскольку вероятность поглощения энергии тем или иным атомом, из которых построены биологические молекулы, практически одинакова.

Физико-химическая. Перераспределение поглощенной энергии внутри молекул и между ними, что сопровождается разрывами химических связей там, где эти связи менее прочны. Образуются свободные радикалы, отличающиеся очень высокой химической активностью (прямое действие излучения).

Химическая. Реакции между свободными радикалами, между радикалами и неактивированными молекулами. Происходит образование широкого спектра молекул с измененными структурой и функциональными свойствами (непрямое действие излучения).

Биологическая. Последовательное развитие поражения на всех уровнях биологической организации: от субклеточного до организменного; активация процессов биологического усиления и репарации повреждений. Её сущность составляют вторичные (радиобиологические) эффекты – стохастические и нестохастические.

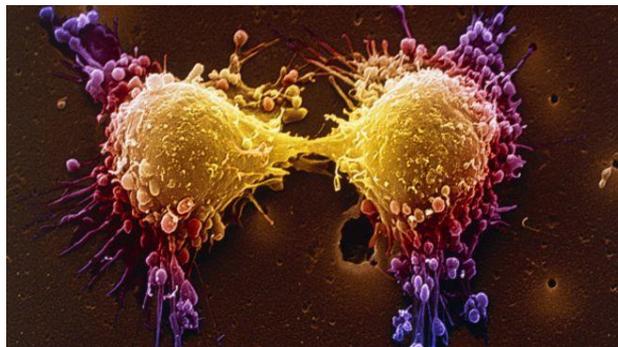
Различают две основные формы гибели клеток: **репродуктивную (митотическую)**, т.е. непосредственно связанную с процессом деления клетки, и **интерфазную**, которая может произойти в любой фазе клеточного цикла.

Основной причиной гибели клеток при **репродуктивной форме** являются возникающие под влиянием облучения структурные повреждения хромосом, что связано с нерепарируемыми повреждениями молекул ДНК, напр. двойные разрывы. При делении потомки такой поврежденной клетки погибнут сразу же после данного деления или в результате 2-3 последующих митозов (в зависимости от значимости утраченного генетического материала).

Вызываемое облучением торможение процессов подготовки к делению (блок митозов) объективно может благоприятно сказаться на судьбе клетки, поскольку в результате увеличивается время, необходимое для репарации лучевого повреждения.

По **интерфазному типу** погибают как неделящиеся клетки, так и делящиеся, но находящиеся вне фазы митоза. По этому типу клетки гибнут в очень высоких дозах (под лучом), за исключением лимфоцитов (для них это основная форма).

Механизмы интерфазной гибели клеток - **некроз** и **апоптоз**.



Некроз запускается активацией и высвобождением из лизосом гидролитических ферментов с последующим повреждением органелл и цитолизом клеток.

Апоптоз запускается включением программы самоуничтожения клетки. Происходит активация участков генома, которые контролируют синтез ферментов, участвующих в деградации хроматина. Эту активацию могут вызывать разные стимулы, в том числе и вызванные облучением повреждения.

Апоптоз - это генетически опосредуемая программированная форма клеточной гибели.

Эффекты облучения

Нестохастические эффекты

развиваются и наблюдаются после накопления определенной дозы, т.е. возникает закономерно с развитием изменений в органах и тканях.

Нестохастические эффекты имеют порог дозы, составляющий 0,5 Гр. С увеличением дозы увеличивается как частота проявления эффекта, так и его выраженность, причем он обнаруживается у всех облученных.

Стохастические (вероятностные) эффекты

не имеют порога дозы и могут наблюдаться при самой малой дозе облучения. С увеличением дозы частота проявлений стохастических эффектов увеличивается, но не достигает 100%. Выраженность эффекта от дозы не зависит. Наблюдаются не у всех облученных.

Острая лучевая болезнь (ОЛБ) – заболевание, развивающееся в результате общего однократного равномерного или относительно равномерного внешнего рентгеновского, γ - и (или) нейтронного облучения в дозе не менее 1 Гр.

Клинические формы острой лучевой болезни

Клиническая форма	Степень тяжести	Доза, Гр	Критический орган
Костномозговая	1 (легкая)	1-2	Органы кроветворения
Костномозговая	2 (средняя)	2-4	
Костномозговая	3 (тяжелая)	4-6	
Костномозговая	4 (крайне тяжелая)	6-10	
Кишечная		10-20	Тонкий кишечник
Токсемическая (сосудистая)		20-50	Сосудистая
Церебральная		Более 50	ЦНС

Периоды ОЛБ :

- 1) период общей первичной реакции на облучение;**
- 2) скрытый период (период мнимого благополучия);**
- 3) период разгара;**
- 4) период восстановления.**

Предельно-допустимые дозы радиационного поражения



Нормы радиационной безопасности, введенные в действие Санитарными правилами и нормативами СанПиН 2.6.1.2523-09 – (НРБ-99/2009).

Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения

- **техногенные источники за счет нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;**
- **техногенные источники в результате радиационной аварии;**
- **природные источники;**
- **медицинские источники.**

В мирное время в нормальных условиях эксплуатации источников излучения для населения приняты следующие дозы:

- **категория А** – персонал радиационных объектов, АЭС, радиологи, рентгенологи и др.; эффективная доза не более 20 мЗв/год;
- **категория Б** – население, проживающее вблизи радиационных объектов; эффективная доза не более 5 мЗв/год;
- **категория В** – остальное население; эффективная доза не более 1 мЗв/год.

Вопрос 6 Биологические негативные факторы

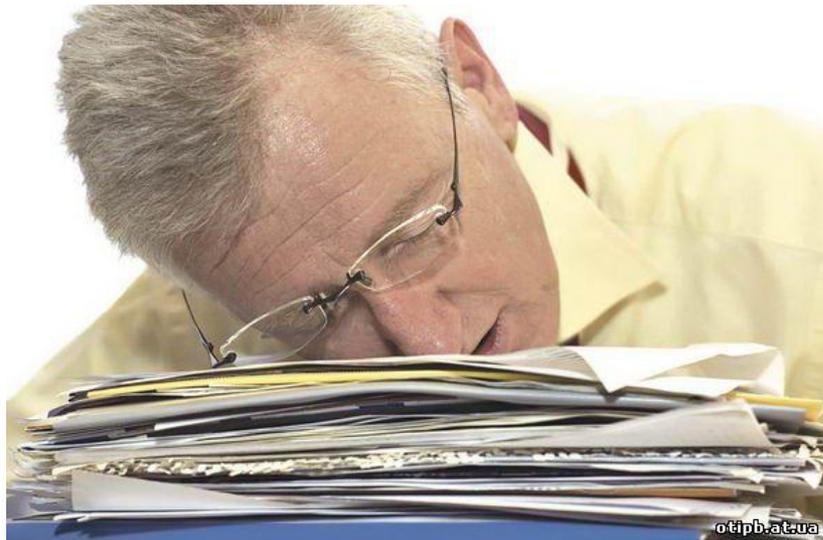


Биологические факторы могут встречаться во всех средах - в воде, воздухе, почве, продуктах питания, на производстве, в быту. Их источником являются предприятия пищевой, фармацевтической промышленности, сельскохозяйственные предприятия и животноводческие комплексы, очистные сооружения.

Биологическое загрязнение включает патогенные бактерии и продукты их жизнедеятельности, биологические средства защиты растений.

В атмосферном воздухе находится много природных факторов, вызывающих аллергические реакции у человека: частицы плесени, пыльца цветов, волокна растений. В воде - фитопланктон и продукты гниения растений, загрязняющие водоёмы. Кроме указанных природных факторов следует отметить насекомых - вредителей лесного и сельского хозяйства (саранча, колорадский жук, шелкопряды и т.п.), насекомых - переносчиков инфекционных заболеваний человека и животных (комары, клещи, блохи, вши), патогенные микроорганизмы, вызывающие распространение инфекций (бактерии, вирусы, риккетсии, грибки).

Вопрос 7
Психофизиологические
негативные факторы



Трудовая деятельность человека включает в себя два аспекта: трудовую нагрузку, определяемую характером и величиной основных требований, предъявляемых данным видом работы к человеку, выполняющему эту работу, особенностями условий производственной среды, в которых эта работа осуществляется (эргономический аспект); функциональное напряжение организма как интегральный ответ на эту нагрузку (физиологический аспект).

Основные требования, предъявляемые работой к организму человека, называются факторами трудового процесса. Совокупность факторов трудового процесса, характерная для того или иного вида труда, определяет характер трудовой нагрузки.

Функциональное напряжение организма в процессе трудовой деятельности через некоторое время вызывает появление признаков утомления, т. е. снижение уровня работоспособности человека (или отдельных функциональных систем его организма) под влиянием работы.

Различают быстро и медленно развивающееся утомление: первое возникает при очень интенсивной работе (работа каменщика, грузчика и др.), второе — при длительной малоинтересной работе (труд водителей, работа на конвейере и др.).



Работоспособность на протяжении рабочего времени возрастает и снижается в конце рабочей смены и в своих изменениях имеет три периода.

Первый период является периодом вработываемости или вхождения в работу (0,5-1,5 ч), для которого характерны низшие показатели уровня работоспособности.

Второй период — устойчивое сохранение высокой работоспособности, достигнутой в первом периоде, продолжительность его 2—2,5 ч.

Третий период — снижение работоспособности в результате утомления.

Фазы изменения работоспособности

1. Фаза мобилизации (предстартовая). Условно рефлекторным путем повышается тонус центральной нервной системы и усиливается функциональная активность ряда органов и систем. Субъективно эта фаза выражается во внутренней собранности, обдумывании предстоящей работы.

2. Фаза первичной реакции характеризуется небольшим снижением почти всех показателей функционального состояния. Длится всего несколько минут. Физиологический механизм этой фазы связан с внешним торможением, возникающим в результате изменения характера раздражителей, поступающих в ЦНС.

3. Фаза гиперкомпенсации — это продолжение первой фазы. На этой фазе человек приспособляется к наиболее экономному, оптимальному режиму выполнения данной конкретной работы.

4. Фаза компенсации — в этой фазе устанавливается оптимальный режим работы органов и систем организма, вырабатывается стабилизация показателей. Эффективность труда в этот период максимальна. Нужно стремиться к максимальной длительности этой фазы.

5. Фаза субкомпенсации — при определенной интенсивности и длительности работы высокий уровень физиологических реакций начинает несколько снижаться и показатели функционального состояния ухудшаются. Фазой субкомпенсации начинается специфическое состояние утомления.

6. Фаза декомпенсации. В этой фазе быстро ухудшается функциональное состояние организма, причем изменяется и наиболее важная для данного вида труда функция — точность координации.

7. Фаза срыва. Здесь наблюдается значительное расстройство регулирующих механизмов.

Монотония, или состояние монотонии, — комплекс физиологических (объективных) и психологических (субъективных) изменений в организме человека, возникающих при монотонном труде.

Различают две основные категории монотонных работ

- **Монотонность действия или монотонность первого вида, при которой состояние монотонии возникает в связи с выполнением однообразных рабочих действий и частым их повторением.**
- **Монотонность обстановки, ожидания, или монотонность второго вида, при которой состояние монотонии возникает в связи с воздействием однообразных факторов окружающей рабочей обстановки и дефицита поступающей информации (сенсорный голод), а также вследствие пассивного наблюдения и контроля за автоматизированным процессом.**

Фрустрация — это неудовлетворенность потребности человека в разнообразной, интересной деятельности, переживание неудовлетворенности какой-либо потребности, необходимой для личности в данное время.

Отрицательные последствия фрустрации: увеличение числа несчастных случаев и профессиональных заболеваний; рост неврозов, астенических синдромов, психосоматических заболеваний (гипертоническая болезнь, язвенная болезнь); снижение производительности труда и его качества, рост брака; смена места работы.

Благодарю за внимание