

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт Машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

Методические указания
К выполнению практических работ

По дисциплине «НОКСОЛОГИЯ»

Составитель:
Худякова Е.О.

Владимир - 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Стремление человека защищать свою жизнь является его естественной жизненной потребностью. К сожалению, окружающий человека Мир оказывает на него не только позитивное, но и довольно часто негативное влияние, которое отрицательно сказывается на здоровье и продолжительности жизни человека.

Негативные воздействия окружающего Мира вечны. Они оказывали и оказывают отрицательное влияние на человека со дня его появления на Земле и до наших дней. Естественной реакцией человека на негативные воздействия является его постоянная забота о защите себя и окружающей его среды от опасностей.

Почти 700 тыс. лет человечество пребывало в непосредственном контакте с биосферой Земли, которая всегда являлась и является защитным экраном от космического воздействия. В биосфере зародилась жизнь, и сформировался человек, но она обладала и обладает рядом естественных факторов, негативно влияющих на человека (повышенная и пониженная температура воздуха, атмосферные осадки, стихийные явления и т. п.). Поэтому для защиты от неблагоприятных воздействий биосферы и для достижения ряда иных целей человек был вынужден создать техносферу.

Техносфера - среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду (биосферу) с целью наилучшего соответствия среды социально-экономическим потребностям человека.

По определению, к техносфере относится все, что создано человеком - производственная, городская, бытовая среды, лечебно-профилактическая, культурно-просветительская зоны и т. п. Техносфера является источником опасностей для человека, число которых постоянно растет. В конце XX столетия возникли учения: "Здоровый образ жизни" (ЗОЖ) "Безопасность жизнедеятельности человека" (БЖД) и "Защита окружающей среды" (ЗОС). В этот период со всей очевидностью стало ясно, что реализации на практике только защитных от опасностей мероприятий явно недостаточно для обеспечения безопасности человека. Необходим превентивный анализ всех принимаемых техногенных решений с целью обнаружения возможных опасных проявлений: потребовалось применение научно обоснованных требований к созданию малоопасных технологий, машин и производств; возникла необходимость установления современных норм и правил для обеспечения безопасности зон труда и отдыха, норм и правил возможного допустимого воздействия техносферы и человека на окружающую среду.

Возникла необходимость активного развития человеко-природозащитной деятельности на научной основе путем создания науки об опасностях окружающего материального мира - науки ноксологии, а также

подготовки инженерно-технических и научных кадров - носителей этой области знаний.

Одновременно появилась потребность во всемерном внедрении в общество культуры безопасности, основанной на постижении каждым человеком знаний о происхождении и принципах появления опасностей, о современном мире опасностей и защите от него. Появилось понятие "ноксология".

Ноксология - изучает происхождение и совокупное действие опасностей, описывает опасные зоны и показатели их влияния на материальный мир, оценивает ущерб, наносимый опасностями человеку и природе.

В задачи ноксологии входит также изучение принципов минимизации опасностей в источниках и основ защиты от них в пределах опасных зон.

Дисциплина "Ноксология" отражает и систематизирует научно-практические достижения в области человеко- и природозащитной деятельности, основывается на теоретических разработках отечественных и зарубежных ученых.

В настоящем учебном пособии представлены практические работы, позволяющие студентам научиться определять опасности, оценивать их качественно и количественно, а также подбирать и рассчитывать средства для их нейтрализации.

Практическая работа № 1

Цель работы: *Освоить классификации опасностей, идентифицировать опасности и создать паспорт опасности.*

Теоретические сведения

Опасность – центральное понятие ноксологии. **Под опасностью понимают явление, процессы, предметы, могущие нанести ущерб здоровью человека.** Опасности реализуются в виде потоков, вещества, энергии и информации.

Для идентификации (определения) опасности предложена качественная классификации по двухуровневой схеме.

В первой группе (I уровень) опасности классифицируются по происхождению, по параметрам и зонам воздействия, а именно:

- вид потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) воздействия опасности;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;

- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на естественные и антропогенные, полагая при этом, что **естественные опасности** обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать **антропогенными**, поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.н.) генерируя тем самым и среде обитания многочисленные опасности. При этом под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу — группу *техногенных* опасностей.

Техногенные опасности создают элементы техносферы — машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машин и механизмов, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук, вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств;

ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на естественные, антропогенные и техногенные, при этом считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности — рукотворны.

Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей; естественно-техногенные и антропогенно-техногенные. К естественно техногенным опасностям следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К антропогенно-техногенным опасностям относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

Таким образом, по происхождению все опасности следует делить на пять групп:

- 1) естественные;
- 2) естественно-техногенные;
- 3) антропогенные;
- 4) антропогенно-техногенные;
- 5) техногенные.

Как уже было сказано выше, все жизненные потоки *по их физической природе* (вид потока) делятся на массовые, энергетические и информационные, следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как *массовые, энергетические и информационные*.

Массовые опасности возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ.

Массовые опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м^3 , мг/л , мг/кг .

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных полей (акустических, магнитных, электрических и

т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

Информационные опасности возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем), избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности *по интенсивности воздействия* разделяют на опасные и чрезвычайно опасные.

Опасные потоки обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация i -го газа в атмосферном воздухе составляет < 10 ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают чрезвычайно опасной. Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По *длительности воздействия* опасности классифицируют на постоянные, *переменные (в том числе периодические)* и *импульсные*. Постоянные (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне. Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т.п. Импульсное или кратковременное воздействие опасности характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например при запуске ракет. Многие стихийные явления, например гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

По *виду зоны воздействия (по месту воздействия)* опасности делят на *производственные, бытовые и городские*, а также на *зоны ЧС*.

По *размерам зоны воздействия* опасности классифицируют на *локальные, региональные, межрегиональные и глобальные*.

Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения, а такие воздействия, как потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межнациональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного государства, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты опасности разделяют на *потенциальные, реальные и реализованные*.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива — пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что «жизнедеятельность человека потенциально опасна».

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «огнеопасно» представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

Реализованная опасность — факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние — на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Происшествие — событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и (или) материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП) — событие, происходящее обычно кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Авария — чрезвычайное происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно (в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами авария — это разрушение сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемые взрывы и (или) выбросы опасных веществ).

Катастрофа — чрезвычайное происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

Стихийное бедствие — чрезвычайное происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или

повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. Все опасности *по способности объекта защиты выявлять их органами чувств* можно классифицировать на различаемые и неразличаемые.

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято делить на вредные (угнетающие) и травмоопасные (разрушающие) факторы.

Вредный фактор — негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмирующий (травмоопасный) фактор - негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято выделять индивидуальные, групповые и массовые.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства (I группа) и воздействие на объект защиты (II группа), приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация опасностей

Группа и признаки классификации	Вид (класс)
<i>1 группа. Свойства опасностей</i>	
По происхождению	Естественные Естественно-техногенные Антропогенные Антропогенно-техногенные Техногенные
По физической природе потоков	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потоков	Опасные Чрезвычайно опасные

По длительности воздействия	Постоянные Переменные, периодические Импульсные, кратковременные
По виду зоны воздействия	Производственные Бытовые Городские (селитебные) Зоны ЧС
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
<i>II группа. Свойства объекта защиты</i>	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Неразличаемые
По виду негативного влияния опасности	Вредные Травмоопасные
По численности лиц, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные (личные) Групповые (коллективные) Массовые

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить «паспорт» опасности, например:

- транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум - это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;

- акустическое воздействие взрыва, оружейного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного (импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности можно представить и в табличной форме (табл. 2).

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а так же для выбора защитных мер, необходимых для устранения или локализации воздействия опасности.

Паспорт опасности грозового разряда в атмосфере

Признак	Вид опасности
Происхождение	Естественное
Вид потока	Энергетический
Интенсивность потока	Чрезвычайно опасная
Длительность воздействия	Кратковременная
Зона воздействия	Городская и природная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности воздействия	Реальная при грозе и реализованная попаданием молнии в объект защиты
Степень идентификации человеком	Различаемая
Степень опасности	Травмоопасная
Масштаб (численность) воздействия	Индивидуальный, редко групповой

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите классификации опасностей.
2. По предложенным заданиям идентифицируйте опасности и составьте паспорт опасности.
3. Подготовьте отчет.

Задание 1.

Составьте паспорт опасности сброса сточных вод гальванического участка.

Задание 2.

Разработайте паспорт опасности линии электропередач.

Задание 3.

Составьте паспорт опасности аварии, произошедшей в Иркутской области 25 апреля 2012.

Неизвестными лицами была произведена врезка в нефтепровод Омск-Ангара в р-не г. Усолье-Сибирское. Через отверстие в р. Ангара поступило 44 т. нефти. Население трех городов (Черемхово, Свирск, п. Михайловка) оставались в течение недели без водоснабжения.

Задание 4.

Идентифицируйте опасности Байкальского ЦБК и составьте паспорт опасности.

Задание 5.

Идентифицируйте опасности в своей квартире и составьте паспорт опасности кухни.

Практическая работа № 2

Оценка стрессогенных факторов среды обитания.

Цель работы: *выявить основные стрессогенные факторы среды. Определить, часто ли ваш организм подвергается стрессовым ситуациям.*

Теоретические сведения

В 1936 году канадский физиолог Ганс Селье опубликовал сообщение «Синдром, вызываемый разными повреждающими агентами», в котором впервые описал явление стресса - общей неспецифической реакции организма, направленной на мобилизацию его защитных сил при действии раздражающих факторов. В развитии стрессовой ситуации выделены три стадии:

1) Стадия тревоги, выражающаяся в мобилизации всех ресурсов организма. 2) Стадия сопротивления, когда организму удается (за счет предшествующей мобилизации) успешно справиться с вредными воздействиями. В этот период может наблюдаться повышенная стрессоустойчивость. 3) Стадия истощения, если не удастся долго устранить вредоносные факторы. На последней стадии приспособительные возможности организма снижаются, он хуже сопротивляется другим вредоносным воздействиям, увеличивается опасность заболевания. При этом отмечаются нарушения метаболического, гормонального и гомеостатического баланса.

Г. Селье была сформулирована теория «Общего адаптационного синдрома» (ОАС) и адаптационных болезней, как следствия адаптационной реакции, согласно которой ОАС проявляется всякий раз, когда человек чувствует опасность для себя. Видимыми причинами стресса могут быть травмы, послеоперационные состояния, чрезмерное мышечное усилие, нервное напряжение, изменение абиотических и биотических факторов среды. В последние десятилетия значительно возросло число антропогенных факторов среды, обладающих высоким стрессогенным эффектом (химическое загрязнение, радиация, воздействие компьютеров при систематической работе с ними и т.д.). К стрессорным факторам среды

следует отнести и негативные изменения в современном обществе: повышение плотности населения, изменение соотношения городского и сельского населения, рост безработицы, преступность.

Высокой стрессогенностью обладает городская среда обитания, о чем свидетельствует повышение числа психических расстройств у городских жителей по сравнению с сельскими:

Соотношение психических расстройств среди жителей города и села

Год	Город	Село
1995	55,5%	44,5%
1994	57,5%	42,5%
1990	57,7%	42,3%

Резкое увеличение численности народонаселения после второй мировой войны дало повод говорить о «демографическом взрыве». Земля перенаселена, и в обществе доминируют социальные процессы.

«Эффектом эха» называют демографы ситуацию, когда после бума рождаемости появляется на свет больше детей в связи с увеличением числа молодых семей. «Эффект эха» и новый всплеск рождаемости в сочетании дают миру взрывоопасную смесь: резкое увеличение плотности населения и как следствие - снижение количества потребляемой пищи и ухудшение ее качества. Каждый из этих факторов среды вызывают стрессорную реакцию, а в совокупности они обладают потенцирующим эффектом.

Уменьшение населения в богатых индустриальных государствах, с одной стороны, и его взрывной рост в беднейших странах, с другой - это контраст, который грозит превратиться в одну из крупнейших социально-экономических и политических проблем ближайших десятилетий. Ускорился процесс изменения облика Земли. Непрерывное разрастание городов, разрушение почвы и загрязнение вод, широкомасштабная вырубка лесов, недопустимая концентрация газов в атмосфере, увеличивающая «парниковый эффект», - все это следствия бурного неконтролируемого роста населения.

Сегодня рост населения занимает одно из первых мест в списке глобальных опасностей, поэтому 90-е годы XX столетия ООН провозгласила «критическим десятилетием». Если не произойдет резкого снижения рождаемости в странах «третьего мира», то катастрофические последствия неизбежны.

С введением в 50-60 годы программ по контролю над рождаемостью представлялось, что людскую лавину удастся остановить, однако этот путь оказался весьма длинным. Бум рождаемости в прошедшие десятилетия способствовал резкому омоложению развивающихся стран: 40 % их населения - жители младше 15 лет. В Европе же этот показатель составляет всего 9-10 %. Следовательно, численность населения в любом случае будет расти, так как стало больше людей, способных стать родителями.

Согласно демографическому прогнозу, сделанному в 70-е годы, за каждое десятилетие XX века население Земли должно возрасть в среднем на 1 млрд. человек. Прирост населения за последние 35 лет составил более 3

млрд. человек. Это соответствует численности населения планеты в 1960 году. Еще при жизни нынешнего поколения Землю, по самым оптимистическим оценкам, будут населять минимум 10-11 млрд. человек. Это значит, что весь достигнутый прогресс в уровне жизни сведется на нет ростом населения.

Статистика показала всему миру, к чему ведет перенаселение планеты. Увеличение населения рано или поздно наталкивается на ограниченные размеры мировых ресурсов. Даже двукратного за последние 30 лет повышения мирового производства зерна оказалось недостаточно для растущего числа голодающих. По прогнозу к 2025 году население Африки увеличится более чем вдвое (с 648 млн. до 1,58 млрд. человек). При этом экономическая отсталость будет нарастать. И если человечество не остановит рост своей численности цивилизованными и гуманными способами ограничения рождаемости, то природа сделает это гораздо более решительно и жестко.

Перенаселение приводит к росту числа стрессогенных факторов среды обитания и ответной реакции организма на действия раздражителей.

Медиками установлено, что признаками реакции на действие раздражителей являются:

- учащенный пульс;
- повышенное потоотделение;
- ускоренное биение сердца;
- боли в желудке;
- напряжение мышц рук и ног;
- учащенное дыхание;
- зубная боль;
- напряжение мышц челюстей;
- потеря усидчивости;
- суматошные мысли;
- непривычные эмоции.

Если вы сочли, что переживаете что-нибудь из перечисленного, значит, ваш организм готовится дать отпор стрессору. Описанные симптомы характерны для всех млекопитающих, но человеческий мозг реагирует на стресс с существенными отличиями, благодаря особенностям психики.

Оценить стрессогенность среды обитания можно наблюдая за собой и оценивая стрессовые ситуации с помощью тестов.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите нижеприведенные задания и ответьте честно на заданные вопросы, обработайте результаты.
2. Подготовьте отчет и сделайте выводы.

Задание 1

Определите частоту воздействия стрессоров. Определите частоту воздействия на Вас стрессоров путем подсчета. Обработайте результаты и сделайте выводы.

Определите, часто ли вы подвержены ниже перечисленным реакциям психики, характерным для стрессовых ситуаций (сколько раз в день, неделю, месяц?):

- неспособность сосредоточиться;
- затруднение в принятии простых решений;
- отсутствие уверенности в себе;
- раздражительность, частые вспышки гнева;
- беспокойство, смятение;
- беспричинный страх или полная паника.

Стресс способен сильно повлиять на поведение. Вспомните, случались ли с вами в течение прошедших последних месяцев (если да, то как часто) какие-либо из этих проявлений:

- начал(а) курить;
- употреблять слишком много лекарств;
- переживать явление нервного тика;
- дергать волосы, грызть ногти, постукивать ногами и т.д.;
- стал(а) рассеянным(ой);
- часто попадать в неприятности;
- беспричинно агрессивным(ой);
- слишком много спать или мучиться бессонницей;
- употреблять слишком много алкоголя или транквилизаторов;
- приобрел(а) непомерный аппетит или начисто лишился(ась) его;
- неосторожен (а) на дорогах.

Обработка результатов и выводы

Рассчитайте среднюю частоту встречаемости со стрессорными факторами среды. Постройте график возникавших стрессорных реакций за последнюю неделю, месяц. Сделайте вывод.

Определите, по возможности, дни наибольшей уязвимости вашего организма в течение недели, месяца и старайтесь в эти дни быть предельно осторожными.

Задание 2

Оценка степени напряжения адаптационных систем организма и степени уверенности в себе.

При помощи нижеприведенного теста, составленного на основе тщательного анализа ситуаций, вызывающих стресс, у 5000 человек, принадлежащих к разным социальным и профессиональным группам, оцените, насколько напряжены ваши адаптационные системы и какова степень риска заболеваний?

Оценка стрессовых ситуаций

Подсчитайте сумму баллов, учитывая те события, которые произошли за прошедший год. Событие:	Оценка:
Смерть мужа, жены	100
Развод	65
Смерть близкого человека	63
Разного рода травмы, болезни	63
Вступление в брак	50
Потеря работы	47
Примирение с мужем (женой)	45
Ухудшение (улучшение) состояния здоровья члена семьи	44
Беременность	40
Сексуальные проблемы	39
Появление нового члена семьи	39
Изменение финансового положения	38
Смерть близкого друга	37
Перемена работы	36
Усиление или прекращение конфликта с мужем (женой)	35
Вынужденная продажа дома	31
Изменение служебного положения	30
Разлука с детьми	29
Неприятности с законом	29
Выдающееся личное достижение	28
Начало работы, учебы (уход с работы, учебы)	29
Изменение режима дня	24
Неприятности с начальством	23
Изменение графика работы	20
Переезд на другое место жительства	20
Смена места учебы, школы, другого учебного заведения	20
Смена места или стиля отдыха	19
Смена общественной деятельности	18
Необходимость сдавать комнату (комнаты) внаем	17
Изменение режима сна	16
Семья стала чаще (реже) собираться вместе	15
Изменение привычного рациона еды	15
Отпуск (каникулы)	13
Небольшие нарушения закона	13

Те, кто набрал 150-199 баллов, имеют больший шанс заболеть в течение будущего года. Те, у кого сумма 200-299 баллов, более подвержены

рisku заболеваний, а если сумма превышает 300 баллов - вероятность болезней очень высока.

Но во всех случаях все зависит от способности человека управлять своим эмоциональным состоянием, от его отношения к событию.

При помощи следующего теста оцените, насколько вы уверены в себе и насколько легко можете выйти из стрессовой ситуации, а также, какова ваша способность управлять своим эмоциональным состоянием при стрессе.

Насколько вы уверены в себе

1. Я полагаюсь на свои собственные суждения	1 2 3 4
2. Я уверен в своей правоте	1 2 3 4
3. Я знаю, что чувствую	1 2 3 4
4. Я откровенен с собой в том, чего я хочу, и в своих чувствах	1 2 3 4
5. Я выражаю свои чувства тогда, когда испытываю их, несмотря на то, что чувствуют другие	1 2 3 4
6. Я не скрываю от окружающих, как я отношусь к себе	1 2 3 4
7. Я не скрываю от окружающих, как я отношусь к ним	1 2 3 4
8. Если я не согласен с чьими-то идеями, мыслями, поведением, я открыто критикую их	1 2 3 4
9. Если кто-то поступает нечестно, я открыто высказываю ему свое отношение к этому	1 2 3 4
10. Если мне кажется, что в моих отношениях с кем-то возникли проблемы, я сообщаю ему об этом	1 2 3 4
11. Я настаиваю, чтобы мой муж /жена или человек, с которым я живу, разделял со мной обязанности по хозяйству	1 2 3 4
12. На работе я возражаю, если считаю, что меня заставляют делать больше, чем я могу успеть	1 2 3 4
13. Если кто-то попросит меня об услуге, которую мне неудобно выполнять, я скажу ему об этом	1 2 3 4
	1 2 3 4

14. Если кто-то одолжил у меня что-нибудь, например, книгу, одежду, деньги и забыл вернуть, я напому ему об этом	1	2	3	4
15. Я настаиваю, чтобы окружающие выполняли свои обязанности	1	2	3	4
16. Если я замечу, что купил бракованный товар, я верну его и потребую замену	1	2	3	4
17. Если кто-то влезет передо мной в очередь, я громко выскажу свое недовольство	1	2	3	4
18. Когда в кафе меня обслуживают позже, чем того, кто пришел после меня, я привлеку к этому всеобщее внимание	1	2	3	4
19. Если на лекции или в кино кто-то стучит ногами по моему креслу, я попрошу его перестать	1	2	3	4
20. Если в ресторане мне подали плохо приготовленную пищу или не то, что я заказал, я попрошу официанта исправить положение	1	2	3	4
21. Если мне нужна помощь, я попрошу о ней	1	2	3	4
22. Я протестую, если кто-то перебивает меня, когда я говорю	1	2	3	4
Сумма баллов	1	2	3	4
	1	2	3	4

Чтобы подсчитать количество очков, используйте следующую шкалу: 1 - никогда, 2 - иногда, 3 - часто, 4 - всегда.

Чем больше очков, тем лучше: Вы умеете отстаивать свои интересы. Максимально возможное количество набранных баллов - 88. Если у Вас больше 60 баллов, можете быть спокойны - Вы уверены в себе и легко сможете выйти из стрессовой ситуации! А если нет - научитесь управлять собственными реакциями в напряженных ситуациях.

Обработка результатов и выводы

Подсчитайте сумму баллов по каждому тесту, сделайте соответствующие результатам выводы.

Задание 3

Знакомство с методиками управления течением стрессорных реакций
Каждый человек может научиться управлять собственными реакциями в напряженных ситуациях. Есть четыре основных метода работы с эмоциональным состоянием:

а) укрепление общего состояния здоровья с помощью правильного питания, полноценного отдыха, занятий спортом и т.д.;

б) изменение ситуации, то есть вы избавляетесь от того, что вызывает беспокойство, насколько это возможно;

в) изменение отношения к ситуации;

г) умение расслабиться и не пребывать в обычном для стресса напряжении. Для того, чтобы научиться лучше понимать себя, управлять своими чувствами, поступками, можно применить методики индивидуального планирования.

1. Внутренний диалог. Мы часто выражаем свои надежды и убеждения, разговаривая с собой, причем часто выражаем свои отрицательные эмоции по отношению к себе. Полезно проанализировать то, как вы говорите с собой.

Для анализа стрессовой ситуации можно применить следующие вопросы:

- что произошло (где, когда, с кем, почему?);
- как вы реагировали?
- что вы думали при этом?
- как вы чувствовали себя после этого?

Напишите ответы, которые вы использовали при оценке какой-либо стрессовой ситуации и продумайте - конструктивно ли вы себя вели. Обдумайте, как вы будете себя вести в других случаях, аналогичных этому.

2. Постельные утверждения. Вместо негативных утверждений после событий, вызвавших стресс, или готовясь к стрессовой ситуации, используйте следующие фразы при ответе на вопрос «что делать?»:

- надо выработать план действий;
- лучше поразмыслить, что я смогу сделать, чем понапрасну нервничать;
- не нужно самобичеваний, разумнее все обдумать;
- не стоит переживать, это все равно не поможет;
- может, я вовсе и не тревожусь, а лишь хочу противостоять ситуации.

Для сопротивления стрессу и управления ситуацией применяйте следующие фразы:

- я могу принять вызов;
- постепенно я могу уладить ситуацию;
- надо думать не о том, как мне страшно, а о том, что я могу сделать;
- нужно говорить по сути дела;
- напряжение помогает мне справиться с ситуацией;
- теперь можно расслабиться, я контролирую ситуацию.

Медленный глубокий вдох. Отлично.

Для повышения уверенности в себе используйте утверждения:

- Сработало! Я смог это сделать!
- Надо рассказать приятелю, то-то он удивится.
- Все прошло не так плохо, как я ожидал.
- Я переживал больше, чем следовало.
- Я очень доволен своими успехами.

3. Нереальные установки. Чем их больше, тем сильнее вероятность психических заболеваний. А не придерживаетесь ли Вы подобных установок?

Вам необходимо постоянно получать доказательства любви и одобрения со стороны людей, мнение которых имеет для вас большое значение.

Вам беспрестанно хочется доказать свою полную компетентность во всем или же в отдельных вопросах. Вы рассматриваете свою жизнь как сплошную цепь неудач и невезения, если наступает черная полоса.

Людей, нанесших вам обиду или причинивших вред, вы относите к категории злобных ничтожеств и постоянно рассказываете о них, проклинаете, обличаете во всех смертных грехах.

Ваши мысли и переживания заняты тем, что кажется Вам опасным или вызывает страх.

Весь мир и так плох, а если вы не можете найти выход из неприятной ситуации, он просто ужасен.

Вы не можете избавиться от уныния и враждебности.

Для Вас легче избегать жизненных трудностей, чем бороться, воспитывая свой характер.

Вы всегда помните о своем прошлом. Оно и по сей день определяет Ваши мысли и поступки.

Вы находите счастье в бездействии. Ваша инертность устраивает Вас.

Избавьтесь от этих и подобных нереальных установок, если они у Вас есть!

Модели поведения в стрессовой ситуации

Напряжение		
Событие	Мысли, приводящие к стрессу	Стрессовые реакции
Преподаватель спрашивает вас о качестве проделанной работы, о ее выполнении	Вы работу не выполнили. Мысли: «Ну вот, опять не везет, как всегда»	Угнетенное состояние
Расслабление и управление ситуацией		
Событие	Ответная мысль	Выход из ситуации

преподаватель спрашивает о проделанной работе или ее качестве	Вы работу не выполнили, признайте за собой это, но это не смертельно. Прислушайтесь к преподавателю, спросите о новых сроках сдачи работы, спросите совет по методике выполнения	Чувство уверенности, что работа будет выполнена
---	--	---

Обработка результатов и выводы

Применив вышеперечисленные методики на ранних стадиях стрессов, Вы можете избежать развития ОАС и сделать свою жизнь более продуктивной и интересной.

Практическая работа № 3

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта (по концентрации СО)

Цель работы: *освоить методику оценки оксида углерода от автотранспорта и рассчитать экологическую опасность на основании материалов по г. Иркутску».*

Теоретические сведения

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, административных центрах России, городах-курортах составляют 60-80% от общих выбросов. Многие страны, в том числе и Россия, принимают различные меры по снижению токсичности выбросов, путем лучшей очистки бензина, замены его на более чистые источники энергии (газовое топливо, этанол, электричество), снижения свинца в добавках к бензину. Проектируются более экономичные двигатели с более полным сгоранием горючего, создание в городах зон с ограниченным движением автомобилей и др. Несмотря на принимаемые меры, из года в год растет число автомобилей, и загрязнение воздуха не снижается.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, окислы, азота и серы, альдегиды, кадмий, свинец, канцерогенная группа углеводородов (бенз(а)пирен и бензоантроцен). При этом большее количество токсичных

веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу = 0,98%, окиси углерода соответственно – 5,1% и 13,8%. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс.км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг углекислого газа, 530 кг окиси углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг окислов азота.

Для расчета массы загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу автотранспортом, необходимо первоначально оценить загрязненность улицы различными видами транспорта.

Сбор материала по загрязненности улиц автотранспортом выполняется путем натурных наблюдений в 8, 13 и 18 часов, в ночные часы интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 мин. в каждом из сроков. Конечным результатом такого анализа является построение зависимости числа автомобилей от времени суток для каждого из категорий автомобилей. Автомобили учитывают по трем категориям:

1. Автомобили, работающие на бензине (с карбюраторным двигателем)
2. Автомобили с дизельным двигателем
3. Автобусы

Итогом подсчетов является суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом согласно ГОСТ 17.2.2.03-77 (низкая интенсивность движения 2,7-3,6 тыс. автомобилей в сутки; средняя – 8-17 тыс. и высокая 18-27 тыс.) и определение вклада каждого типа транспорта.

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации окиси углерода, в мг/м³.

Для оценки по концентрации угарного газа используется эмпирическая формула:

$$K_{co} = (0,5 + q,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi},$$

где:

0,5 - фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³;

N - суммарная интенсивность движения, автомобилей на городской дороге, автом./час,

K_T - коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода,

K_A - коэффициент, учитывающий аэрацию местности,

K_V - коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона,

K_c - коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра,

K_B - то же в зависимости от относительной влажности воздуха,

K_{Π} - коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

Рассмотрим пример расчета по следующим исходным данным. Имеется магистральная улица с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон 2^0 , скорость ветра 4 м/сек, относительная влажность воздуха -70%, температура 20°C. Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях - 500 автомашин в час (N). Состав автотранспорта: 10% грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10% со средней грузоподъемностью, 5% с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями, 5% автобусов и 70% легковых автомобилей.

Ниже приводится алгоритм расчета.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T \sum P_i K_n$$

где:

P_i - состав автотранспорта в долях единицы,

K_n – определяется по табл.1.

Таблица 1

Тип автомобиля	Коэффициент K_T
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Подставив значения согласно заданию (или собственные данные) получаем:

$$K_m = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1 = 1,41$$

Значение коэффициента K_A , учитывающего аэрацию местности, определяется по табл. 2.

Таблица 2

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1.5
Магистральные улицы и дороги с	1.0

многоэтажной застройкой с двух сторон	
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадукы, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	
	0,3

Для магистральной улицы с многоэтажной застройкой $K_A = f$.

Значение коэффициента K_y , учитывающего изменение загрязнения воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяем по табл. 3.

Таблица 3

Продольный уклон, °	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра K_C определяется по табл. 4.

Таблица 4

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента K_B , определяющего изменение концентраций окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведено в табл. 5.

Таблица 5

Относительная влажность	Коэффициент K_B
100	1,45

90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечений приведен в табл. 6.

Таблица 6

Тип пересечения	Коэффициент K_n
Регулируемое пересечение:	
- со светофорами обычное	1,8
- со светофорами управляемое	2,1
- саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
- со снижением скорости	1,9
- кольцевое	2,2
- с обязательной остановкой	3,0

Подставим значения коэффициентов, оценим уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,00 = 8,96 \text{ мг/м}^3$$

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/м³.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить порядок подсчета автомобилей и расчета выбросов оксида углерода.
2. Группа разбивается на 4 подгруппы и каждая подгруппа должна провести подсчет автотранспорта на улице указанной преподавателем в 4 раза в сутки. Две подгруппы просчитывает автотранспорт с одной стороны улицы, две с противоположной.

Запись результатов подсчета ведется согласно таблице.

Время	Тип автомобиля	Число единиц
	Легкий грузовой	
	Средний грузовой	
	Тяжелый грузовой (дизельный)	
	Автобус	
	Легковой	
	-	

1. Тип улицы: городские, улицы с односторонней застройкой (набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи), жилые улицы с

двусторонней застройкой, дороги в выемке, магистральные (улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели и др.

2. Уклон. Определяется глазомерно или эклиметром
3. Скорость ветра определяется анемометром.
4. Относительная влажность воздуха определяется психрометром.
5. Наличие защитной полосы из деревьев и др.

Собранные материалы записываются и просчитывается интенсивность движения.

3. По сводным данным рассчитывают концентрацию угарного газа в атмосфере. Полученные значения сравнивают с ПДК и предлагают мероприятия по снижению уровня загрязнения:

- запрещение движения автомобилей;
- ограничение интенсивности движения до 300 авт/час;
- замена карбюраторных грузовых автомобилей дизельными;
- установка фильтров.

4. Оформляют отчет по практической работе.

Практическая работа № 4

Оценка потенциальной опасности химических веществ

Цель работы: *Ознакомиться с методиками оценки потенциальной опасности химических веществ, ранжировать их по опасности.*

Теоретические положения

Потенциальную опасность химических веществ (ПОХВ) можно оценить на основании знания их физико-химических свойств, а также параметров токсикометрии.

1. *Оценка ПОХВ на основании информации о физико-химических свойствах химических веществ.* Важнейшими гигиеническими показателями химических веществ являются абсолютная летучесть, температура вспышки, пределы взрываемости, коэффициент распределения масло/вода, коэффициент растворимости.

Абсолютная летучесть — максимально достижимая концентрация вещества, мг/л, в воздухе при данной температуре. Обычно абсолютную летучесть определяют при температуре 20° С по уравнению:

$$C_{20} = M P / 18,3,$$

где M — молекулярная масса вещества; P — давление насыщенного пара, мм рт. ст.

При других температурах абсолютная летучесть, мг/л, рассчитывается по формуле:

$$C = 16 P M / T,$$

где T — абсолютная температура, К.

В случае отсутствия данных об упругости пара можно использовать формулу Э.Н.Левиной:

$$\lg P = 3,5 - 0,0202(t_{\text{кип}} + 3).$$

При оценке ряда близких по токсичности веществ предпочтение в гигиеническом отношении должно быть отдано менее летучему. Например, среди органических растворителей, таких как стирол, бензол, толуол, ксилол, последний наименее летуч и поэтому при его испарении в воздухе помещения создаются меньшие концентрации.

Химические вещества могут не только вызвать интоксикацию, но и будучи легковоспламеняющимися, стать причиной пожара.

Определяют следующие показатели.

Температура вспышки при 760 мм рт. ст. — наименьшая, при которой пары жидкости достигают в воздухе над ее поверхностью концентраций, достаточных для воспламенения при приближении открытого пламени.

Температура самовоспламенения при 760 мм рт. ст. — наименьшая, при которой пары вещества могут загораться даже без приближения открытого огня.

Коэффициент растворимости паров химических веществ или газов в жидкостях — важнейший физико-химический показатель — отношение концентраций пара или газа в равных объемах воздуха и жидкости при их равновесии.

Большинство паров и газов растворяется в крови примерно так же, как и в воде, или несколько хуже. Поэтому часто для суждения о накоплении паров и газов в организме используют коэффициент растворимости вода/воздух:

$$\lambda = \frac{22,4 \cdot 760 S T}{273 P M}$$

где S — растворимость в воде, г/л; T — абсолютная температура, К; P — упругость пара, мм рт. ст.; M — молекулярная масса вещества.

С увеличением λ большее количество вещества диффундирует из альвеолярного воздуха в кровь, возрастает сорбционная емкость организма, уменьшаются скорость насыщения артериальной крови до действующих концентраций, а также выведение вещества из организма через дыхательные пути.

Вещества с меньшим коэффициентом растворимости имеют большую фармакологическую активность. Причиной этому служит их лучшая растворимость в жирах и липоидах.

Коэффициент распределения *масло/вода* Овертона—Мейра является показателем растворимости вещества в жирах и липидах. Приближенное значение этого коэффициента K можно рассчитать по эмпирической формуле Е. И. Люблиной и А.А. Голубева:

$$\lg K = 0,053V_{\text{мол}} - 3,68,$$

где $V_{\text{мол}}$ — молекулярный объем вещества (отношение молекулярной массы вещества к его плотности).

Коэффициент распределения «масло/вода» положен в основу классификации неэлектролитов Н.В.Лазарева, позволяющей ориентировочно предсказать опасность вредного воздействия химического соединения. Неэлектролиты расположены в девяти группах в порядке возрастания этого коэффициента:

Группа	K	Группа	K	Группа	K
1-я	$10^{-3}-10^{-2}$	4-я	10^0-10^1	7-я	10^3-10^4
2-я	$10^{-2}-10^{-1}$	5-я	10^1-10^2	8-я	10^4-10^5
3-я	$10^{-1}-10^0$	6-я	10^2-10^3	9-я	10^5

Вещества первых четырех групп характеризуются плохой растворимостью в жирах и липидах, хорошей растворимостью в воде, большой сорбционной емкостью организма, медленно проникают в клетки и медленно выводятся из них; последних пяти групп — плохой растворимостью в воде, хорошей растворимостью в жирах и липидах, малой сорбционной емкостью организма, быстрым проникновением в клетки и быстрым выведением.

Пример. Оценить риск от воздействия на человека моноклордибромтрифторэтана ($\text{CF}_2\text{BrCFBrCl}$), если известно, что молекулярная масса данного соединения 276, плотность $2,24 \text{ г/см}^3$, температура кипения 93°C , растворимость при 20°C — $0,5 \text{ г/л}$.

Определив упругость пара, можно рассчитать летучесть вещества, которая составит $548,9 \text{ мг/л}$. По летучести моноклордибромтрифторэтана можно предположить, что исследуемое соединение склонно к испарению, и в производственных условиях максимальная концентрация его в воздухе может составить (при 20°C) $548,9 \text{ мг/л}$. Однако окончательную гигиеническую оценку летучести вещества можно получить только при сопоставлении ее со среднесмертельной концентрацией.

Рассчитаем коэффициент растворимости $\lambda=0,09$. Получим $\lambda = 0,09$. Малое значение λ свидетельствует о быстром насыщении артериальной крови до действующих концентраций при ингаляционном поступлении и быстром выведении вещества через дыхательные пути. Потенциальная опасность острых отравлений велика.

Коэффициент распределения «масло/вода» составит 700, а это значит, что изучаемое вещество будет находиться в 6-й группе системы

неэлектролитов и, следовательно, характеризоваться быстрым проникновением через клеточные мембраны, кожу и слизистые оболочки.

2. *Оценка ПОХВ на основании знания параметров токсикометрии*
Зона острого действия (S_{ca}) характеризует потенциальную опасность возникновения острых отравлений и является отношением среднесмертельной концентрации к пороговой или минимально действующей, вызывающей при однократном воздействии статистически достоверные изменения интегральных показателей животного организма:

$$S_{ca} = CL_{50}/Lim_{ca}.$$

Зона острого действия характеризует способность организма приспосабливаться к воздействию яда и свидетельствует об интенсивности процессов детоксикации. Чем шире данная зона, тем сильнее выражены компенсаторные свойства организма по отношению к яду, узость зоны указывает на большую возможность острых отравлений.

Пример. Сравним токсичность метилэтилкетона ($CL_{50} = 40$ мг/л, $Lim_{ca} = 1,5$ мг/л) и стирола ($CL_{50} = 35$ мг/л, $Lim_{ca} = 0,5$ мг/л).

Проведя расчеты, нетрудно убедиться в более широкой зоне острого действия у стирола ($S = 70$) по сравнению с метилэтилкетона ($S = 26,6$), следовательно, в меньшей его опасности.

Зона хронического действия (S_{ch}) характеризует степень опасности хронической интоксикации:

$$S_{ch} = Lim_{ca}/Lim_{ch},$$

где Lim_{ca} — пороговая концентрация по интегральному показателю, полученная при однократном воздействии; Lim_{ch} — пороговая концентрация по интегральным, или по специфическим показателям интоксикации, полученная в хроническом эксперименте.

Интервал между Lim_{ca} и Lim_{ch} характеризует опасность возникновения хронического отравления. Если он велик, т. е. величина Lim_{ch} слишком мала по сравнению с Lim_{ca} , значит в организме создаются хорошие условия для суммирования эффекта малых концентраций и, следовательно, для развития интоксикации. Иными словами, чем шире зона хронического действия, тем опаснее химическое вещество, так как кумулятивные свойства, отражающиеся в накоплении эффекта в хроническом эксперименте, будут выражены сильнее.

Пример. Сравним возможности развития хронических интоксикаций фураном ($Lim_{ca} = 0,1$ мг/л, $Lim_{ch} = 0,01$ мг/л) и этиленамином ($Lim_{ca} = 0,01$ мг/л, $Lim_{ch} = 0,004$ мг/л).

Широкая зона хронического действия этиленамина ($S = 25$) характеризует его как вещество, обладающее большей способностью приводить к развитию интоксикации при длительном воздействии, чем фуран ($S = 10$).

3. *Термодинамическая активность* (термодинамическая концентрация) — отношение максимальной действительной упругости пара вещества к упругости его пара, вызывающей токсический эффект.

Установление термодинамических концентраций помогает ориентировочно определить, оказывает ли химическое вещество на организм неэлектролитное или специфическое действие.

Вместо упругости пара можно взять соответствующие концентрации, тогда речь пойдет о термодинамической концентрации:

$$A = P_T / P_{max} = C / C_{max}$$

P_T — упругость пара, вызывающая токсический эффект; P_{max} — максимальная упругость паров вещества для определенной температуры; C_m — концентрация вещества, вызывающая токсический эффект; C_{max} — максимальная достижимая концентрация для определенной температуры (или летучесть).

Использование термодинамических концентраций оказывается полезным при сравнительной токсикологической оценке нескольких химических веществ по опасности острого отравления.

Пример. Определить потенциальную опасность острого отравления для бензола и толуола по их термодинамическим концентрациям:

$CL_{50}(C)$ и $C_{20}(C)$ для бензола — 60 и 360,6 мг/л соответственно, для толуола — 40 и 105,3 мг/л.

Термодинамическая концентрация составит: толуола $A = 40/105,3 = 0,38$; бензола $A = 60/360,6 = 0,17$.

Полученные термодинамические концентрации показывают, что смертельная концентрация толуола составляет 38/100 от максимально достижимой, а для бензола только 16/100. Поэтому следует вывод о значительно более быстром образовании токсических концентраций бензола при равных условиях применения этих веществ.

Таким образом, чем больше термодинамическая концентрация, тем меньшую опасность представляет вещество. Вещества с $A \geq 1$ практически не смогут вызывать острого отравления. Ввиду их относительно малой летучести в воздухе не произойдет накопления опасных концентраций, близких к CL_{50} .

По опасности возникновения острых отравлений С. Д. Заугольников с сотр. разделили все летучие органические вещества на 6 разрядов (табл. 1) в зависимости от их летучести и CL_{50} . Вещества, относящиеся к первым трем разрядам, являются особо опасными в отношении возникновения острых отравлений.

Пример. К какому разряду относится моноклордибромтрифторэтан, CL_{50} которого 22,5 мг/л.

$$A = CL_{50} / CL_{20} = 22,5/548 = 0,04$$

Таблица 1

**Токсичность химических веществ при ингаляционном и
энтеральном путях поступления и степени опасности ингаляционных
отравлений**

Разряды по убывающей степени токсичности	Чрезвычайно токсичные	Высоко- токсичные	Сильнотоксичные		Умереннотоксичные		Малотоксичные	Практически нетоксичные
	I	II	III А	III Б	IV А	IV В	V	VI
CL ₅₀ , мг/мл	< 1	1-5	6-10	11-20	20-40	41-80	81-160	> 160
ПДК*, мкг/м ³	<1	1-8	9-30	31-50	51-100	101-200	201-500	>500
CL ₅₀ / CL ₂₀	< 0,003	0,003- 0,01	0,011-0,03	0,031- 0,10	0,11- 0,30	0,31- 0,99	Концентрация насыщения	
							Вызывает гибель	Не вызывает гибели
DL ₅₀ , мг/мл	< 1	1-50	51-150	151-500	501- 1500	1501- 5000	5001- 15 000	> 15 000

*Ориентировочно.

В табл.1 величина этого отношения располагается в разряде III Б. Следовательно, это соединение благодаря высокой летучести по отношению к среднесмертельной концентрации является сильно токсичным промышленным ядом, способным вызвать острые отравления.

В гомологических рядах органических соединений с ростом молекулярной массы термодинамическая активность возрастает, что объясняется более быстрым увеличением токсичных концентраций по сравнению с максимально достижимыми. Такая неравномерность приводит к так называемому «перелому», когда термодинамическая концентрация какого-то члена гомологического ряда будет равна 1, а токсические концентрации последующих — значительно превышать максимально достижимые. Определение места «перелома» в гомологическом ряду имеет практическое значение и может быть получено графическим способом, причем достаточно иметь данные по двум веществам, за исключением первого члена гомологического ряда: с этой целью на оси абсцисс откладывают сумму углеродных атомов для каждого члена ряда, а на оси ординат — $\lg C$ — и $\lg C_{\max}$. Соединив точки для каждого из двух известных веществ, получим на графике две прямые, а их пересечение и будет соответствовать «перелому».

Пример. Определим место «перелома» для альдегидов жирного ряда, если известны данные для пропионового альдегида C_T (или C_{20}) = 894,7 мг/л, C_{max} (или CL_{50}) = 20 мг/л и для капронового альдегида C_T (или C_{20}) = 43,8 мг/л, C_{max} (или CL_{50}) = 25 мг/л. Анализ полученного графика показывает, что «перелом» находится после шестиуглеродного атома, следовательно, альдегиды этого ряда с числом атомов углерода более шести не будут представлять опасности в отношении острых отравлений, так как их максимально достижимые концентрации меньше смертельных ($A < 1$). Построение подобных графиков возможно также при получении приближенных данных (CL_{50} , C_{20}) для неизвестных членов гомологического ряда.

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) объединяет два важнейших показателя опасности острого отравления — летучесть вещества и дозу, вызывающую наибольший биологический эффект, т.е. гибель организма (табл.2).

Таблица 2

Установление классов опасности по показателям токсикометрии

Наименование показателя	Класс опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10
Средняя смертельная доза, мг/кг:				
при введении в желудок	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
при нанесении на кожу	Менее 100	100-500	501—2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона действия отравления:				
острого	Менее 6	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
хронического	Более 10	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

$$\text{КВИО} = C_{20}/CL_{50}.$$

Анализ оценки опасности вредных веществ по КВИО показывает, что в ряде случаев малотоксичное, но высоколетучее вещество в условиях производства может оказаться более опасным в развитии острого отравления, чем высокотоксичное, но малолетучее соединение. Так например, ацетальдегид, обладая умеренной токсичностью ($CL_{50} = 21\,800 \text{ мг/м}^3$), является высоколетучим ($C_{20} = 182\,000 \text{ мг/м}^3$) и по величине КВИО относится к высокоопасным веществам ($\text{КВИО} = 82$). Класс опасности химического соединения устанавливают в зависимости от показателей токсикометрии, приведенных в табл.2.

При оценке опасности для одного и того же вещества по ряду показателей можно получить разные классы, но определяющим должен быть показатель, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Порядок выполнения работы

4. Внимательно изучите методические указания.
5. Выполните оценку опасности химических веществ, приведенных в задании, и дайте их сравнительную характеристику.
6. Определите опасность химических веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны одновременно.
7. Подготовьте отчет и сделайте выводы.

Задание 1

Дать сравнительную токсикологическую характеристику следующим веществам:

гептафторизомасляной кислоте ($CL_{50} = 34 \text{ мг/л}$) и бензойной кислоте ($CL_{50} = 29 \text{ мг/л}$);

пентафториодэтану ($CL_{50} = 330 \text{ мг/л}$) и стиролу ($CL_{50} = 35 \text{ мг/л}$);

стиролу ($CL_{50} = 35 \text{ мг/л}$) и винилацетату ($CL_{50} = 4,7 \text{ мг/л}$);

винилацетату ($CL_{50} = 4,7 \text{ мг/л}$) и иодиду изобутила ($CL_{50} = 6,7 \text{ мг/л}$);

иодиду изобутила ($CL_{50} = 6,7 \text{ мг/л}$) и бензолу ($CL_{50} = 45 \text{ мг/л}$);

хлоропрена ($CL_{50} = 2,3 \text{ мг/л}$) и винилацетата ($CL_{50} = 4,7 \text{ мг/л}$);

гептафторизомасляной кислоте ($CL_{50} = 34 \text{ мг/л}$) и пентафториодэтану ($CL_{50} = 330 \text{ мг/л}$);

иодиду изобутила ($CL_{50} = 6,7 \text{ мг/л}$) и винилацетату ($CL_{50} = 4,7 \text{ мг/л}$);

пентафториодэтану ($CL_{50} = 330 \text{ мг/л}$) и гептафторизомасляной кислоте ($CL_{50} = 34 \text{ мг/л}$);

стиролу ($CL_{50} = 35 \text{ мг/л}$) и диметилперфторциклогексил ($CL_{50} = 9,5 \text{ мг/л}$);

Задание 2

В воздухе рабочей зоны одновременно присутствуют три вредных вещества одонаправленного действия. Даны фактические концентрации (C_1 и C_2) первых двух из этих веществ (табл. 2). Определить, какой должны быть

фактическая концентрация третьего вещества (из трех прочих), чтобы соблюдались условия безопасности.

Таблица 2

Исходные данные, мг/л		
Вещества	C_1	C_2
Сульфаты меди, кобальта и никеля	0,3	0,002
Кислоты соляная, серная и азотная	2	0,4
Фурфурол, метиловый и этиловый спирты	0,1	2
Диоксид серы, оксид углерода и пыль кварцсодержащая	3	7
Сульфаты кобальта, никеля и диоксид серы	0,003	0,1

Задание 3.

Определить, какой должна быть концентрация вредного вещества в каждом из четырех случаев, чтобы соблюдались условия безопасности, если в воздухе рабочей зоны одновременно присутствуют диоксид азота и оксид углерода. Фактическая концентрация одного вещества известна. Указать, каким видом комбинированного действия обладают эти вещества.

1. $C_{NO_2} = 2,0 \text{ мг/м}^3$; 2. $C_{NO_2} = 0,6 \text{ мг/м}^3$; 3. $C_{CO} = 12,0 \text{ мг/м}^3$; 4. $C_{CO} = 4,0 \text{ мг/м}^3$.

Практическая работа № 5

Установление ПДК расчетным методом

Цель работы: Освоить методики ускоренного расчета ПДК в среде обитания и определить ПДК.

Теоретические сведения

Предельно допустимая концентрация – норматив определяющий опасность химических веществ и является барьерным показателем, устанавливаемым для профилактики загрязнения среды обитания.

ОБУВ — временный гигиенический норматив содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, определяемый по физико-химическим свойствам веществ или интерполяцией, экстраполяцией в рядах соединений, близких по строению или острой токсичности.

Известны эмпирические зависимости для расчета ПДК на основе ОБУВ.

Расчет ПДК (ОБУВ) в воздухе рабочей зоны

На основании изучения зависимостей токсичности веществ от их физико-химическими свойств Е. И.Люблина и А. А. Голубев вывели ряд

эмпирических формул, применение которых дает возможность установить приблизительные значения ПДК.

Для ориентировочных расчетов ПДК высококипящих органических соединений, поступающих в воздушную среду рабочей зоны в виде аэрозолей, предложены формулы, которые используют известные показатели токсичности CL_{50} и DL_{50} .

$$\lg \text{ПДК} = 0,91 \lg CL_{50} + 0,1 + \lg M, \quad \lg \text{ПДК} = \lg DL_{50} - 3,1 + \lg M,$$

где $[\text{ПДК}] = \text{мг/м}^3$, $[CL_{50}, DL_{50}] = \text{ммоль/кг}$.

Пример. Определим ПДК для моноклордибромтрифторэтана, если известно, что $CL_{50} = 22,2 \text{ мг/л}$.

Вначале выразим CL_{50} в миллимолях на литр с учетом того, что
 $1 \text{ ммоль/л} = 1 \text{ мг/л} / M = 22,2/276 = 0,08$

Подставив найденные значения в формулы:

$$\lg \text{ПДК} = 0,91 \lg 0,08 + 0,1 + \lg 276,$$

получим

$$\lg \text{ПДК} = 1,548 \text{ и } \text{ПДК} = 35 \text{ мг/м}^3.$$

При расчете ОБУВ неорганических газов и паров в рабочий день можно воспользоваться формулой:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{р.з}} = \lg CL_{50} + 0,4 + \lg M$$

или в упрощенном виде

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{р.з}} = 2,52 CL_{50}.$$

Для аэрозолей и оксидов металлов, малорастворимых соединений металлов

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{р.з}} = 0,851 \lg DL_{50} - 3,0 + \lg M - \lg N,$$

где DL_{50} — смертельная доза для 50 % мышей при внутрибрюшном введении и последующим наблюдении в течение недели, выраженная в миллиатомах на килограмм массы тела (мА/кг); N — число атомов металла в молекуле вещества.

Для расчета ориентировочных величин ПДК кадмиевых композиций на основе их электронно-информационного строения рекомендованы следующие формулы:

$$\lg \text{ПДК} = 0,851 \lg DL_{50} - 4,5 + \lg M \text{ — при содержании кадмия более } 10\%;$$

$$\lg \text{ПДК} = 0,851 \lg DL_{50} - 3,8 + \lg M \text{ — при содержании кадмия менее } 10\%.$$

Для растворимых солей металлов:

$$\lg \text{ОБУВ}_{\text{р.з}} = 0,71 \lg \text{Lim}_{\text{св}} - 0,85.$$

В этих формулах $[\text{ПДК}] = \text{мг/м}^3$, $[DL_{50}] = \text{мА/кг}$, $[\text{Lim}] = \text{мг/кг}$.

Расчетные методы предусматривают установление ПДК по физико-химическим константам. Формулы для расчета ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. Для летучих органических соединений сугубо ориентировочные ПДК можно рассчитать по формулам:

$$\lg \text{ПДК} = -0,01M + 0,4 + \lg M, \quad \lg \text{ПДК} = 0,01t_{\text{кип}} + 0,6 + \lg M,$$

$$\lg \text{ПДК} = -2,2\gamma + 1,6 + \lg M,$$

где $t_{кип}$ — температура кипения; γ — плотность соединения.

Проводить расчеты по данным формулам можно лишь для тех органических веществ, физико-химические константы которых укладываются в следующие границы:

молекулярная масса $M = 30 \dots 300$ г;

плотность $\gamma = 0,6 \text{ — } 2,0$ г/см³;

температура кипения $t_{кип} = (-100 \dots 300)^\circ\text{C}$;

температура плавления $t_{пл} = (-190 \dots +180)^\circ\text{C}$;

показатель преломления $n = 1,3 \dots 1,6$.

Для получения более достоверных результатов необходимо провести расчеты по нескольким показателям, а затем найти среднее логарифмическое значение ПДК.

Данные формулы предусматривают внесение поправок на химическое строение таким образом, чтобы полученный lgПДК был увеличен или уменьшен на величину соответствующей поправки (табл.1.). Для веществ, действующих преимущественно не специфически, поправки имеют знак «+», а для веществ с выраженным специфическим действием — знак «-».

Таблица 1

Поправки к расчетным значениям ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ_{р.з.}), зависящие от химического строения вещества

Характеристика группы соединений	Поправка
Насыщенные алифатические углеводороды	+0,5
Насыщенные кетоны, спирты, простые и сложные эфиры жирного ряда	+0,5
Углеводороды циклические насыщенные и с бензольным кольцом (за исключением бензола и первых членов гомологического ряда)	+0,5
Соединения с тройной связью в прямой цепи	-0,5
Амины жирного ряда	-1,0
Анилин и его производные	-1,0
Ангидриды кислот	-1,0
Циклические соединения, содержащие в боковой цепи группу NO ₂	-1,0
Соединения с группой ONO ₂ в прямой цепи	-1,0
Наличие двойной или тройной связи вместе с активным элементом или группой (Cl, Br, I, NO ₂ , OH)	-1,0
Вещества, содержащие эпоксигруппу	-1,5
Фосфорорганические соединения	-1,5

Альдегиды	-1,5
Соединения, отщепляющие группу CN	-2,0

Пример. Определить ПДК оксида этилена, у которого $M = 44$, $\gamma = 0,887$ г/см³, $t_{кип} = 10,7$ °С.

Подставим исходные данные в соответствующие формулы и вычислим средний lgПДК_{р.з}:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з}} = (1,60 + 2,13 + 1,29) : 3 = 1,67.$$

Для соединений, содержащих эпоксигруппу, предусмотрена поправка -1,5, с учетом которой

$$\lg \text{ПДК}_{\text{р.з}} = 1,67 - 1,5 = 0,17.$$

Таким образом,

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}} = 1,48 \text{ мг/м}^3 \text{ (узаконенная ПДК}_{\text{р.з}} = 1 \text{ мг/м}^3).$$

Для веществ с резко выраженными специфическими и неспецифическими свойствами ориентировочные значения ПДК_{р.з} отклоняются от узаконенных: для веществ неспецифического действия (с низкой химической активностью) расчетные величины оказываются заниженными, а преимущественно специфического действия (с выраженной химической активностью) — завышенными.

Ориентировочные ПДК веществ, находящихся в одних и тех же гомологических рядах с уже нормированными веществами, предложено рассчитывать по формуле:

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}} = 1000M/\Sigma I_i,$$

учитывающей гомологический ряд соединения, его молекулярную массу и биологическую активность ΣI_i , химических связей атомов в молекуле нормируемого вещества.

Расчет ПДК (ОБУВ) в атмосферном воздухе

Принцип нормирования атмосферных загрязнений предусматривает установление в первую очередь максимально разовых и среднесуточных ПДК. Расчет максимально разовых ПДК опирается на значение порогов рефлекторного действия, среднесуточные концентрации учитывают главным образом порог резорбтивного действия.

Расчет ПДК (ОБУВ) проводится по параметрам токсикометрии и (или) по физико-химическим свойствам вещества. Наибольшее приближение расчетных ориентировочных ПДК к экспериментально обоснованным

отмечается, когда за исходную принимается экспериментально обоснованная ПДК в воздухе рабочей зоны этого же соединения. Определение ориентировочных максимально разовых (м.р.) и среднесуточных (с. с.) ПДК газов и паров органических соединений можно рассчитывать по следующим формулам:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{м.р.}} = -1,78 + 18 \text{ДДК}_{\text{р.з.}}, \lg \text{ПДК}_{\text{с.с.}} = -2,0 + 0,861 \lg \text{ЛДК}_{\text{р.з.}}$$

Применение нашли формулы для расчета ОБУВ, мг/м³, на атмосферный воздух химических соединений отдельных классов: альдегидов и кетонов — $\text{ПДК} = 0,0189 + 0,00165 \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$,

$\lg \text{ПДК} = -2,34 + 0,0000132 CL_{50}$;
 аминов жирного ряда — $\text{ПДК} = (0,0502 + 0,0471 \sqrt{\text{ПДК}_{\text{р.з.}}})^2$;
 фосфорорганических пестицидов — $\lg \text{ПДК} = -1,79 + 0,693 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$;
 металлов — $\text{ПДК} = 0,009 + 0,459 \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$;
 неорганических паров, газов, аэрозолей — $\text{ПДК} = (0,112 + 0,0268 \sqrt{\text{ПДК}_{\text{р.з.}}})^2$.

Ориентировочные величины ПДК можно прогнозировать также в зависимости от класса опасности вещества.

1-й класс опасности: $\lg \text{ПДК} = -0,641 + 1,35 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$;
 2-й класс опасности: $\lg \text{ПДК} = -1,99 + 0,1 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$;
 3-й класс опасности: $\text{ПДК} = -0,00599 + 0,0115 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$ при $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} \geq 2$ мг/м³, $\text{ПДК} = 0,0218 + 0,00772 \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$ при $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} < 2$ мг/м³;
 4-й класс опасности: $\text{ПДК} = (0,112 + 0,0649 \sqrt{\text{ПДК}_{\text{р.з.}}})^2$.

Подчеркнем, что данные подходы применимы для прогноза токсичности и опасности вновь синтезируемых химических веществ и предсказания безвредных уровней путем применения формул, включая параметры острой токсичности. Метод мало пригоден для нормирования веществ, обладающих специфическим воздействием канцерогенных, мутагенных и т.д.

Расчет ПДК (ОБУВ) в водоеме санитарно-бытового водопользования

В настоящее время расчетный метод прогнозирования ПДК в воде водоемов распространяется на вещества, для которых есть убедительные основания полагать лимитирующим санитарно-токсикологический показатель вредности. Если же приходится предполагать лимитирующие показатели вредности (органолептический, общесанитарный), то возникает необходимость постановки соответствующих экспериментов.

Предложены уравнения для расчета не ПДК, а максимально недействующей дозы (МНД), мг/кг. На основании МНД с учетом массы тела человека и суточного потребления воды определяется максимально недействующая концентрация (МНК), мг/л:

$$МНК = 60МНД \text{ (масса тела человека): } 3.$$

В этой формуле 60 — масса тела человека, кг; 3 — суточное потребление воды, л.

Величина МНД рассматривается как вероятностный показатель определения ПДК в воде водоемов с учетом влияния на органолептические свойства воды и санитарный режим водоемов.

Для расчета МНД используются, например, формулы:

$$\lg МНД = 0,60 \lg ПДК_{p.3} - 1,31,$$

$$\lg МНД = 0,45 CL_{50} - 1,55,$$

$$\lg МНД = 0,64 \lg ПДК_{c.c} + 0,08.$$

Рекомендованы формулы для соединений:

фосфорорганических — $\lg МНД = \lg ПДК_{p.3} - 0,54,$

производных бензола — $\lg МНД = -2,9801 - 0,0005 DL_{50},$

нитросоединений — $\lg МНД = -3,27 - 0,857 DL_{50},$

металлов — $МНД = -0,0268 + 29,8 ПДК_{c.c}$

Расчет ПДК (ОБУВ) в почве

В основу нормирования содержания пестицидов в почве положен учет перехода в биологических цепях «почва—растение—человек»; «почва—атмосферный воздух—человек». В средах, контактирующих с почвой, не должны создаваться концентрации, превышающие ПДК.

Ориентировочные ПДК для почвы рассчитывают на основе ПДК соответствующего пестицида в овощах или плодовых культурах по формуле:

$$ОБУВ_{почва} = 1,23 + 0,48 \lg ПДК_{продукта}.$$

Если для овощных и плодовых культур установлено несколько нормативов, то в расчет берется минимальное значение. Когда содержание остаточных количеств пестицидов в растениях не допускается, для расчета принимается утвержденный метод определения чувствительности данного препарата в растениях. Рассчитывается ОБУВ в почве при ПДК продукта или чувствительности метода определения, начиная с 0,003 мг/кг.

Расчет ПДК (ОБУВ) в пищевых продуктах

Предложены формулы для расчета допустимых остаточных веществ (ДОК) химических веществ в продуктах питания. При этом необходимо помнить, что полученное ДОК вещества не должно влиять на органолептические показатели и пищевую ценность продукта.

Предложены формулы для расчета ДОК, мг/кг, пестицидов по параметрам токсичности:

$$\text{ДОК} = 0,13 \cdot 10^{-2} DL_{50} + 0,76.$$

Рекомендуется определять ДОК по величине экспериментально установленного гигиенического норматива в воде, мг/л, для химических веществ разных классов:

фосфорорганических — $\text{ДОК} = 1,45\text{ПДК} + 0,68$,

хлорорганических — $\text{ДОК} = 2,2\text{ПДК} + 0,33$.

Расчетные значения допустимого содержания пестицидов в продуктах питания дают сугубо ориентировочное представление и, конечно, не могут удовлетворить требованиям точности. Широкая вариабельность нормативов в данном случае обусловлена коэффициентом запаса, вводимым исследователями при установлении величины ДОК. Кроме того, при сопоставлении нормативов химических веществ в пищевых продуктах с нормативами в других средах корреляционные зависимости нарушаются в связи с тем, что для множества пестицидов рекомендуется полное отсутствие препарата в пище, тогда как в других средах ПДК составляет определенную, иногда значительную, величину.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите методические указания, примеры расчета.
2. Выполните расчеты ПДК в разных средах по условиям заданий.
3. Сделайте выводы и оформите отчет.

Задание 1

Определить ПДК ацетона, бензилового спирта, изовалериановой кислоты, гексана, глицерина, диоксида, диэтиламина, анилина, уксусного ангидрида, трихлорэтилена в воздухе рабочей зоны по физико-химическим характеристикам. Для решения задачи необходимо внимательно изучить пример расчета, приведенный в пособии. Физико-химические константы веществ следует выписать из справочной литературы (см., например, Краткий химический справочник / Под ред. В. А. Рабиновича. — Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1978. — 392 с).

Таблица 2

Исходные данные веществ № 1-5

Вещество	ПДК _{р.з}	КВНО	DL ₅₀ ^x	CL ₅₀	DL ₅₀ ^x	S _{c/c}	S _{c/h}
1	0.02	340	360	400	240	13	3
2	800	2.4	1500	60 000	3000	58	2.5
3	20	58	14	1700	400	14	6
4	3	2.0	380	456	690	79	27
5	17	32	225	3000	2200	5	7

Задание 2

Определить ПДК фенола, сульфата натрия, сбрасываемых со сточными отходами Байкальского ЦБК в озеро Байкал.

Задание 3

Сравнить ПДК одного и того же вещества для воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха населенных мест, воды и почвы. Объяснить их различия.

Задание 4

В локомотивном депо произошел разлив 32 т трихлорэтилена из цистерны, стоящей на улице. Продукт загрязнил почву, подтек в здание и смотровые канавы депо. Это было летом в жаркий день.

Через короткое время часть работников потеряла сознание. По прошествии 45 мин от происшествия администрация приказала прекратить работу и покинуть здание.

Рассчитать ПДК в воде, используемой для слива реагента, в исследуемом воздухе, в почве.

Практическая работа № 6

Оценка опасного воздействия метеоусловий на производстве на организм человека

Цель работы: *Освоить методики нормирования метеоусловий на производстве и научиться определять необходимые мероприятия для улучшения метеорологических условий на рабочих местах.*

Теоретические сведения

Факторы производственной среды оказывают негативное воздействие на здоровье работающих. Они могут оказывать вредное воздействие.

Вредным производственным фактором называется фактор среды обитания, воздействие которого на работника при определенных условиях (интенсивность, длительность и т.д.) может вызвать производственно обусловленное и профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту общих заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Среди вредных производственных факторов выделяется комплекс физических факторов, влияющих на состояние организма и его теплообмен.

К этим факторам относятся: температура, влажность, скорость движения воздуха, теплоотдача от нагретых поверхностей.

Человек находится в постоянном теплообмене с внешней средой. Известны эмпирические зависимости для оценки теплообмена человека с окружающей средой, позволяющие рассчитать теплопродукцию и теплоотдачу, составляющих тепловой баланс.

Теплоотдача человека — теплообмен между поверхностью тела и окружающей средой, переход теплоты, освобождаемой в процессе жизнедеятельности, из организма в окружающую среду. Теплоотдача осуществляется излучением, конвекцией, кондукцией, испарением. В условиях теплового комфорта и охлаждения наибольшую долю занимают потери тепла излучением и конвекцией (75—90% общих потерь), в условиях, вызывающих перегревание организм, преобладает теплоотдача испарением.

Потери тепла излучением с поверхности тела одетого человека могут быть определены по уравнению:

$$Q_{\text{т.изл}} = 3,95 \cdot 10^{-8} S (S_{od}/S_{обн}) (T_{od}^4 - T_{cp}^4),$$

где S — поверхность тела раздетого человека, м^2 ; S_{od} — площадь поверхности тела, покрытой одеждой, м^2 ; $S_{обн}$ — площадь обнаженной поверхности тела, м^2 ; T_{od} — температура, поверхности одежды, K ; T_{cp} — средняя радиационная температура K . ($\text{K} = t + 273$)

Теплоотдача излучением в комфортных метеорологических условиях составляет 45—60 % по отношению к общей; величине теплотерь. При наличии в помещении ограждений с температурой более низкой, чем температура воздуха, удельный вес теплотерь человека излучением возрастает и может достигать 70 %. Этот способ охлаждения и нагревания оказывает более глубокое действие на организм человека, чем конвекционный.

Теплоотдача конвекцией осуществляется с поверхности тела или одежды в движущийся вокруг человека воздух. Различают конвекционный теплообмен свободный (обусловленный разнос температур поверхности тела и воздуха) и принудительный (под влиянием движения воздуха). В условиях теплового комфорта: теплоотдача конвекцией составляет 20-30% по отношению к общим теплотерям.

С поверхности одежды, покрывающей тело человека теплоотдачу конвекцией можно представить следующим уравнением:

$$Q_{\text{т.конв}} = S (S_{od}/S_{обн}) \alpha_{\text{конв}} (t_{od} - t_{возд}),$$

где $\alpha_{\text{конв}}$ — коэффициент; $t_{возд}$ — температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$

При малых скоростях ветра $\alpha_{\text{конв}}$ является функцией разности температур, а при больших скоростях ветра — функцией скорости ветра.

Теплоотдача кондукцией осуществляется проведением тепла поверхности тела человека к соприкасающимся с ним предметам. Потери

тепла кондукцией в соответствии с законом Фурье могут быть определены по уравнению:

$$Q_{\text{т.конт}} = \lambda (t_n - t_x) S / \delta,$$

где λ - коэффициент теплопроводности пакета материалов одежды, Вт/(м² · °С); t_n - температура внутренней стороны пакета одежды (температура кожи), °С; t_x — температура наружной (холодной) стороны пакета, °С, S — площадь поверхности тела, соприкасающейся с твердым предметом, м²; δ — толщина пакета материалов одежды, м.

В обычных условиях удельный вес тепла кондукцией невелик, так как коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха незначителен, человек теряет тепло лишь с поверхности подошв, площадь которых составляет 3 % площади поверхности тела. Но иногда в кабинах транспортных средств, башенных кранов площадь соприкосновения с холодными стенами может быть довольно большой.

Теплоотдача испарением диффузионной влаги и пота является важным способом теплоотдачи, особенно при высокой температуре воздуха и выполнении физической работы.

Потери тепла путем испарения диффузионной влаги с поверхности кожи могут быть определены по уравнению:

$$Q_{\text{т.исп.диф}} = 3,06 \cdot 10^{-3} S (256t - 3360 - P_a),$$

где P_a - парциальное давление пара в окружающем воздухе, Па; t_k температура кожи, °С.

Потери тепла при испарении влаги с верхних дыхательных путей определяются по уравнению:

$$Q_{\text{т.исп.дых}} = 14,9 \cdot 10^{-6} Q_{\text{т.п.}} (5880 - P_a).$$

Максимально возможная величина тепловых потерь при испарении может быть определена из уравнения Витте:

$$Q_{\text{т.исп.п}} = 17,3(P - P_a)(0,5 + \sqrt{u})$$

где P - максимально возможное напряжение водяного пара, Па; u - скорость движения воздуха, м/с.

Величина теплоотдачи вследствие испарения в комфортных условиях применительно к разному уровню энергозатрат может быть определена из уравнения:

$$Q_{\text{т.исп.п}} = 0,365(Q_{\text{т.п.}} / S - 58).$$

Величина потоотделения во многом определяется уровнем физической активности человека, метеорологическими условиями, величиной термического сопротивления одежды. Испарение зависит от физических параметров окружающего воздуха и одежды,

Теплоотдача вследствие нагревания вдыхаемого воздуха составляет небольшую долю по сравнению с другими видами потерь тепла, однако с увеличением энергозатрат и со снижением температуры воздуха теплотери этого вида увеличиваются.

$$Q_{\text{т.нагр.дых}} = 0,0012 Q_{\text{э.т}} (34 - t_{\text{в}}),$$

где $t_{\text{в}}$ — температура воздуха, °С; 34 — температура, °С, выдыхаемого воздуха в комфортных условиях. Температуры выдыхаемого воздуха рекомендуется принимать равной 36 °С при $t_{\text{в}} \geq 29^{\circ}\text{C}$ и 30 °С при $t_{\text{в}} \leq 15^{\circ}\text{C}$.

Метеорологические условия производственных помещений (микроклимат) определяются сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения и температуры поверхностей (стен, оборудования). На формирование производственного микроклимата существенно влияют технологический процесс и климат местности.

Оценка параметров микроклимата проводится в соответствии с СанПиН «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (СанПиН 2.2.4.548—96). В этом документе изложены оптимальные и допустимые параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом тяжести и срока выполнения работы, периодов года и методы их измерения.

В зависимости от степени отклонения показаний микроклимата от нормативных значений устанавливают классы условий труда.

В соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» условия труда разделены на четыре класса.

1-й класс - оптимальные условия труда, при которых сохраняется не только здоровье работников, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности;

2-й класс - допустимые условия труда, при которых уровни производственных факторов и трудового процесса не превышают установленных гигиенических нормативов, а возможные изменения функционального состояния организма исчезают за время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не окажут неблагоприятного воздействия в ближайшем и отдаленном периодах на состояние здоровья работников, их потомство;

3-й класс - вредные условия труда, подразделяемые на четыре степени вредности по количественным и качественным параметрам конкретного фактора:

1-я степень (3.1) - условия труда с такими отклонениями уровней вредных производственных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, исчезающие, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерыванию контакта с вредными производственными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

2-я степень (3.2) - условия труда с такими уровнями производственных факторов, которые могут вызывать стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (повышение заболеваемости с временной утратой трудоспособности и в первую очередь теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных производственных факторов), проявлению начальных признаков форм профессиональных заболеваний, возникающих после длительного стажа работы (свыше 15 лет);

3-я степень (3.3) — условия труда с такими уровнями вредных и опасных производственных факторов, воздействие которых приводит к развитию легких и средних форм профессиональных заболеваний и к риску хронических производственно обусловленных заболеваний, включая повышенную заболеваемость с временной утратой трудоспособности;

4-я степень (3.4) — условия труда, в которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (отравлений) с потерей общей трудоспособности, значительное увеличение хронических заболеваний с временной утратой трудоспособности;

4-й класс - опасные (экстремальные) условия труда, в которых воздействие производственных факторов в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития профессиональных поражений, в том числе тяжелых форм.

Контроль условий труда, оценка оздоровительных мероприятий, проведение социально-гигиенического мониторинга, составления санитарно-гигиенических характеристик условий труда, расследование случаев профессиональных заболеваний (отравлениям установление профессионального риска, назначение мер административного воздействия при выявлении санитарных правонарушений, а при необходимости и привлечение виновных к дисциплинарной и уголовной ответственности прописаны в указанном выше Руководстве.

Класс условий труда при работах на открытой территории холодный период года и в неотопливаемых помещениях может быть определен по табл.1. Величины температур приведены для человека, одетого в комплект одежды, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТов, с учетом выполнения работы средней тяжести и соответствующей регламентации

времени непрерывного пребывания в охлаждающей среде (не более 2 ч). При ветре температура воздуха может быть увеличена на 2,2 °С на каждый 1 м/с увеличения скорости. При температуре воздуха -40 °С и ниже необходима защита органов дыхания.

Если в течение смены производственная деятельность работника осуществляется в различном микроклимате (нагревающем и охлаждающем), следует отдельно их оценить, а затем рассчитать средневзвешенную во времени величину.

Пример. В течение 80 % времени смены транспортировщики подвергаются воздействию повышенных температур, а 20% времени смены - заняты в помещениях с охлаждающим микроклиматом, интенсивности энергозатрат работа относится к категории IIa.

Оценивают условия труда разделителя нагревающего и охлаждающего микроклимата. Определяют ТНС-индекс при работе в условиях повышенных температур. Он равен 26,2 °С, что в соответствии с табл. 2 характеризует условия труда как вредные второй степени. Температура воздуха в холодном помещении 8 °С, что по табл. 1 соответствует четвертой степени вредности.

Рассчитывают средневзвешенную величину степени вредности, умножая процент занятости в данных условиях на коэффициент.

Таблица 1

Классы условий труда по показателю температуры воздуха (°С, нижняя граница) для открытых территорий холодный период года и в холодных (неотапливаемых) помещениях

Климатическая зона	Теплоизоляция одежды, °С, Вт/м ²	Класс условий труда					
		допустимый	вредный				опасный (экстремальный)
			1-й степени	2-й степени	3-й степени	4-й степени	
			3.1	3.2	3.3	3.4	
IA	0,71	-30	-36	-38,5	-40,8	-60	<-60
IB	0,82	-38	-46,2	-48,9	-54,4	-70	<-70
II	0,61	-23	-29,4	-31,5	-35,7	-48	<-48
III	0,51	-15,9	-21,3	-23	-26	-37	<-37

1 - для класса вредности 3.1 условий труда; 2 - для класса 3.2;
3 - класса 3.3; 4 - для класса 3.4; 5 - для класса 4.

В данном примере $(80 \cdot 2 + 20 \cdot 4) : 100 = 2,4$, т.е. степень вредности между классами 3.2 и 3.3, Так как организм работника подвергается действию температурного перепада, то степень вредности округляют в большую сторону. Таким образом, условия труда транспортировщика по показателям микроклимата отнесены к классу 3.3.

Таблица 2

Коэффициенты смешивания температуры тела (*k*) при различных теплоощущениях и энергозатратах человека

Теплоощущение	Оценка, баллы	Работа при энергозатратах, Вт				
		легкая		средней тяжести		тяжелая
		<139	140-174	175-232	233-290	>290
Холодно	1	0,61	0,65 <	0,7	0,75	0,80
Прохладно	2	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
Слегка прохладно	3	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
Комфорт	4	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
Слегка тепло	5	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
Тепло	6	0,80	0,83	0,85 ^ч	0,90	0,92
Жарко	7	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите описание ситуационных задач.
2. По физиологическим наблюдениям выберите и обоснуйте Мероприятия для уменьшения вредного воздействия.
3. Подготовьте письменный отчет по работе.

Задание 1

Ситуационная задача.

В летний период года изучались условия труда машинистов разливочных кранов мартеновского цеха. Категория работы по степени тяжести – IIб. Температура воздуха в кабине 36 - 40 °С, относительная влажность 30 – 35%, скорость движения воздуха 0,3м/с. Интенсивность теплового излучения во время заливки металла на уровне нижних конечностей 155Вт/м². Температура внутренних поверхностей кабины в отдельные моменты достигала 40... 50°С.

При физиологических наблюдениях получены результаты, представленные в табл.3.

Таблица 3

Результаты физиологических исследований

Момент наблюдения	Теплоощущения, баллы	Температура, °С		Скрытое время рефлекторной реакции на тепло, мс	
		тела	кожи	контактное	радиационное
До работы	3	36	33	670	1100
Во время разливки	5	37,5	35,5	670	1220
Через час после разливки	4	36,9	34,7	690	1050
По окончании работы	4	36,6	33,8	620	1150

1. Оцените метеорологические условия на рабочем месте машиниста разливочного крана.
2. Объясните результаты физиологических наблюдений.
3. Какие мероприятия необходимо предложить для оздоровления условий труда машинистов крана.

Задание 2

Ситуационная задача.

В гальваническом цехе в ваннах производится покрытие деталей различными металлами (никелем, хромом, цинком, медью и др.). Температура растворов в ванне 40 °С. Перед покрытием детали, как правило, подвергается очистке в ваннах обезжиривания с помощью растворов щелочей и ваннах травления с помощью растворов неорганических кислот. Температура этих растворов 70 - 80°С. Рабочий, обслуживающий линию, подвешивает детали (массой до 10 кг) на специальные подвески и следит за процессом. Передача деталей из одной ванны в другую механизирована. Ванны оборудованы местной вытяжной вентиляцией – бортовыми отсосами. Работа средней тяжести (категория IIa). Параметры микроклимата на рабочих местах зимой: температура воздуха 18 - 20°С, влажность 80 – 85%, скорость движения воздуха – 0,3 – 0,4м/с.

1. Оцените метеорологические условия в гальваническом цехе и определите пути теплоотдачи у работающих в этих условиях.

Задание 3

Ситуационная задача.

В барабанном цехе кожевенного завода в открытых чанах: обрабатывают кожи растворами дубильных веществ, при этом кожи последовательно переносятся из одного чана в другой, находясь в каждом из них в течение суток. Температура растворов в чанах 35 °С. После дубления кожи промываются холодной водой в открытых промывных барабанах и далее передаются в отделочный цех. Передача кож из одного оборудования в другое механизирована.

Работа аппаратчиков относится к категории легких, Ia. При изучении метеорологических условий в цехе зимой на рабочих местах температура

воздуха +15 °С, относительная влажность 90 %, скорость движения воздуха 0,5 м/с.

1. Оцените метеорологические условия в цехе.
2. Охарактеризуйте мероприятия, которые необходимо выполнить, чтобы уменьшить вредное воздействие метеоусловий на работающих.

Задание 4

Ситуационная задача.

На складе мясoproдуктов заняты в работе грузчики, укладывающие продукты в холодильные камеры. Работа механизирована. Продукты доставляются в камеру холодильника на самоходных тележках, где с помощью автопогрузчика поднимаются на необходимую высоту и укладываются в штабеля.

Операция загрузки составляет 86 % рабочего времени. Занятость работников в холодильных камерах чередуется с работой на открытых платформах холодильников (50% рабочего времени работы в холодильных камерах). Температура воздуха в холодильных камерах от -18 – до -20 °С. Температура поверхности пола и стен от -20 до -22 С. Относительная влажность 80-90 %. Скорость движения воздуха до 0,2 м/с.

1. Определите пути теплоотдачи организма в этих условиях, рассчитайте теплотери.
2. Назовите мероприятие предупреждающее воздействие низких температур на работающих.

Задание 5

Ситуационная задача.

Рабочий по техническому обслуживанию трубопроводов, должен провести профилактический осмотр оборудования и выполнить ремонтные работы насосного оборудования.

Условия выполнения работы:

На рабочем месте, расположенном на открытой территории, температура воздуха в декабре была утром -29 °С, днем -24 °С, а в конце смены -25 °С. Скорость воздуха 5, 6 и 7 м/с соответственно.

Таблица 4

Класс условий труда в зависимости от температуры в скорости воздуха

Температура ра воздуха. °С	Скорость воздуха, м/с				
	2	4	6	8	10
	Класс условий труда				
-10	2	2	2	2	3.1
-15	2	2	2	2	3.4
-20	2	2	2	3.3	4
-25	2	2	3.1	4	4
-30	2	3.1	3.4	4	4

-35	2	3.3	4	4	4
-40	3.2	3.4	4	4	4
-45	3,2	4	4	4	4
-50	4	4	4	4	4
-55	4	4	4	4	4
-60	4	4	4	4	4

1. Определите средние за смену температуру и скорость движения воздуха.
2. Определите по табл. 4 класс условий труда рабочего.
3. Предложите оздоровительные мероприятия для снижения негативного воздействия низких температур.

Практическая работа № 7

Оценка опасностей неправильного питания

Цель работы: *Освоить методики определения достаточности микроэлементов и витаминов в организме методом тестирования и определить опасности неправильного питания.*

Теоретические сведения

Организму человека необходимы практически все биогенные элементы. Но, по оценке Института питания РАМН, в нашей пище все явственнее не хватает многих элементов, что вызвано особенностями переработки продуктов, длительностью их хранения, снижением потребления овощей и фруктов;

Так, для нормальной жизнедеятельности важен кальций, хранилище которого — желудок, кишечник, позвоночник, кости. Составляет он и основу костной ткани зубов, необходим для нормальной возбудимости нервной системы, участвует в процессе свертывания крови, сопрягает процессы синтеза и секреции в клетках, активизирует сократительную функцию мышечной ткани.

Калий содержится в мышцах, особенно много его содержат мышцы сердца. Способствует выведению из организма воды.

Магний, содержащийся в поперечно - полосатой мускулатуре, необходим для поддержания нормальной возбудимости нервной системы, функции сокращения мышц. При его недостатке появляются судороги в мышцах.

В костном мозге, селезенке, печени наивысшее содержание железа, необходимого для образования эритроцитов и поддержания физиологических функций организма.

При недостатке микроэлементов и витаминов отмечается ухудшение состояния здоровья. Оценить обеспеченность можно путем тестирования.

Порядок выполнения работы

При помощи тестов определите, достаточно ли ваш организм обеспечен микроэлементами и витаминами.

Тест на обеспеченность магнием

Вопрос	Да	Нет
Часто ли у вас бывают судороги (в частности, ночные судороги икроножных мышц)?		
Страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением и сердечной аритмией?		
Часто ли у вас случается защемление нервов, например, в области спины?		
Часто ли вы ощущаете онемение, например, в руках?		
Часто ли вам угрожают стрессовые ситуации?		
Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?		
Регулярно ли вы применяете мочегонные средства?		
Много ли вы занимаетесь спортом?		
Предпочитаете ли вы белый хлеб и изделия из белой муки?		
Редко ли вы употребляете в пищу салат и зеленые овощи?		
Во время готовки картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку?		
При покупке минеральной воды обращаете ли вы внимание на содержание в ней магния?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», То ваш организм в достаточной степени обеспечен магнием.

Тест на обеспеченность калием

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы мышечной слабостью?		
Повышено ли у вас давление?		
Склонны ли вы к отекам?		
Страдаете ли вы от пассивной деятельности кишечника?		
Принимаете ли вы регулярно мочегонные препараты?		
Употребляете ли вы регулярно в большом количестве алкогольные напитки?		

Очень ли активно вы занимаетесь спортом?		
Едите ли вы мало свежих фруктов?		
Редко ли салат и овощи попадают на ваш стол?		
Едите ли вы мало картофеля?		
Во время готовки картофеля и овощей, используете ли вы длительную водную обработку?		
Редко ли вы употребляете фруктовые и овощные соки?		
Редко ли вы едите сухофрукты?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен калием.

Тест на обеспеченность железом

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?		
Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (например, нетипичная бледность и шероховатость кожи, ломкие волосы, вмятины на ногтях)?		
Теряете ли вы в последнее время много крови, например, в авариях или через донорство?		
Обильны ли ваши менструации?		
Вы беременны?		
Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?		
Редко ли вы употребляете мясо?		
Выпиваете ли вы более трех чашек черного чая или кофе за день?		
Едите ли вы мало овощей?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен железом.

Тест на обеспеченность кальцием

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Бывает ли у вас аллергия, например, на солнце?		
Принимаете ли вы регулярно препараты с кортизоном?		
Часто ли у вас бывают судороги?		

Вы беременны?		
Выпиваете ли вы ежедневно меньше стакана молока?		
Употребляете ли вы мало таких молочных продуктов, как йогурт или сыр?		
Пьете ли вы ежедневно напитки типа «кола»?		
Употребляете ли вы мало зеленых овощей?		
Вы едите много мяса и колбасы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен кальцием.

Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы «куриной слепотой»?		
Часто ли вы ночью водите машину?		
Много ли вы работаете с экраном компьютера?		
Ваша кожа сухая и шелушащаяся?		
Страдаете ли вы повышенной восприимчивостью к инфекции?		
Вы много курите?		
Вы редко едите темно-зеленые овощи, такие, как листовой салат, зеленая капуста или шпинат?		
Редко ли попадают в ваше меню сладкий перец, морковь и помидоры?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином А и бета-каротином.

Тест на обеспеченность витамином D

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Избегаете ли вы солнца?		
Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
Избегаете ли вы масла или маргарина?		
Вы не едите грибы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином D.

Тест на обеспеченность витаминами группы В

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете себя неспособным к деятельности и лишенным энергии?		
Легко ли вы раздражаетесь?		
Часто ли вы подвергаетесь стрессам?		

Есть ли у вас проблемы с кожей, например, сухая кожа, трещины в уголках рта?		
Вы регулярно употребляете алкогольные напитки?		
Отдаете ли вы предпочтение продуктам из муки грубого помола?		
Вы не едите мясо вообще?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витаминами группы В.

Тест на обеспеченность витамином С

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
Вы выкуриваете больше 5 сигарет в день?		
Часто ли вы принимаете медикаменты с ацетилсалициловой кислотой и обезболивающие?		
Редко ли вы едите свежие овощи?		
Вы едите мало сырых салатов?		
Часто ли вы едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую еду?		
Вы варите овощи и картофель в большом количестве воды?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином С.

Тест на обеспеченность витамином Е

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы "нарушениями кровоснабжения?		
У вас слабые соединительные ткани?		
Образуются ли у вас после повреждения некрасивые шрамы?		
Часто ли вы бываете на солнце?		
Вы курите?		
Часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию, например, смога или выхлопных газов?		
Часто ли вы употребляете растительные масла?		
Вы не употребляете растительный		

маргарин?		
Вы не употребляете продукты из муки грубого помола?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином Е.

Обработка результатов и выводы.

Проанализируйте результаты тестовых заданий и сделайте вывод о степени обеспеченности вашего организма витаминами, макро- и микроэлементами.

Практическая работа № 8

Оценка неблагоприятных условий жизнедеятельности по сокращению продолжительности жизни

Цель работы: *Ознакомление с методикой оценки последствий воздействия на человека неблагоприятных условий труда, а также вредных и травмоопасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту), наносящих ущерб здоровью, приводящих к сокращению жизни и повышению риска его гибели.*

Теоретические сведения

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) – показатель скрытого ущерба здоровью, обобщенная характеристика ущерба неидентифицируемых (скрытых в отличие от проявленных идентифицируемых) результатов воздействия опасности на человека как стохастических эффектов повреждения здоровья (суток за год).

Вредные воздействия производственных факторов приводят к ущербу здоровья, который может быть оценен через подсчет сокращения продолжительности жизни в сутках потерянной жизни за год по формуле

$$\text{СПЖ}_{\Sigma} = \text{СПЖ}_{\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}} \quad (1)$$

где $\text{СПЖ}_{\text{пр}}$, $\text{СПЖ}_{\text{г}}$, $\text{СПЖ}_{\text{б}}$ - время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его соответственно в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

Расчет снижения продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства осуществляется по формуле

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}})(T - T_{\text{н}}), \quad (2)$$

где $K_{пр}$ - ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды сут /год; K_T — ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год; K_n — ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год; T — возраст человека, лет; T_n — возраст к началу трудовой деятельности, лет.

Ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды $K_{пр}$ рассчитывается в зависимости от класса вредности условий труда по табл.1.

Неблагоприятные условия труда – это условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Вредные и опасные производственные факторы – это негативные факторы на производстве, воздействие которых на работающих приводит к ухудшению самочувствия и развитию заболеваний (вредные факторы) или к травме (резкому ухудшению здоровья) и даже гибели человека (это опасные факторы).

Человек, занятый трудовой деятельностью, всегда испытывает нагрузки: физические (тяжесть труда) и психоэмоциональные (напряженность труда). Эти нагрузки иначе называются факторами трудового процесса.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

Условия труда по степени вредности и опасности подразделяются на 4 класса – оптимальные (1 класс) и допустимые (2 класс) (безопасные условия труда), вредные (они в свою очередь - на четыре степени вредности – 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) и опасные (4 класс).

Связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда представлена в документе Р.2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», а в данной работе - в таблицах (6-12), составленных на основе указанного выше Руководства.

Ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса K_T определяется в зависимости от класса условий труда по табл. 2.

Таблица 1

Определение скрытого ущерба здоровью на основании общей оценки класса условий труда

Фактические условия труда	Класс условий	Ущерб, суток за год ($K_{пр}$)
---------------------------	---------------	----------------------------------

	труда	
1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2 фактора класса 3.1	3.1	3,75
3 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,1
1 фактор класса 3.4	3.4	50,0
2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 2

Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год (Кг)
Менее 3 факторов класса 2	2	-
3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
2 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса K_n определяется в зависимости от класса условий труда по табл. 3.

Таблица 3

Скрытый ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса

Класс вредности условий труда	Время сокращения продолжительности жизни, сут./год	
	диапазон	среднее значение K_n
3.1	От 2,5 до 5,0	3,75
3.2	От 5,1 до 12,5	8,75
3.3	От 12,6 до 25,0	18,75
3.4	От 25,1 до 75,0	50,0
4	75,1	-

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды определяется по формуле

$$\text{СПЖ}_T = (K_{T1} T_T + K_{T2} \frac{t}{24} T_T), \quad (3)$$

где K_{T1} и K_{T2} — скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской среды соответственно от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год; t — время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, отнесенное к 24 ч, ч; T_T — количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий в предположении, что человек курит, определяется по формуле

$$\text{СПЖ}_6 = (K_{61} T + K_{62} \frac{n}{20} T_K), \quad (4)$$

где K_{61} и K_{62} — скрытый ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год; n — количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым; T_K — стаж курильщика, лет.

Значения ущербов по городской среде K_{T1} K_{T2} и по бытовой среде K_{61} , K_{62} приведены в табл. 4.

Таблица 4

Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской и бытовой среды

Среда	Вредные факторы		
	наименование	обозначение	ущерб, сут./год
Городская	Загрязнение воздуха в крупных городах	K_{T1}	5
	Ежедневная поездка в часы «пик» в общественном транспорте	K_{T2}	2
Бытовая	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	K_{61}	7
	Ежедневное курение	K_{62}	50

Оценка риска получения человеком травм с различными исходами в производственных, городских и бытовых условиях

Вероятность получения травмы человеком в различных сферах его жизнедеятельности (производственной, городской, бытовой) оценивается величиной индивидуального риска R . При наличии соответствующих статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = \frac{N_{тр}}{N}, \quad (5)$$

где $N_{тр}$ — число травм за некоторый период времени; N — среднесписочная численность работавших за тот же период.

Количественным показателем производственного травматизма являются:

1) коэффициент частоты травматизма:

$$K_q = \frac{N_{тр}}{N} 1000, \quad (6)$$

2) коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом:

$$K_{ли} = \frac{N_{ли}}{N} 1000, \quad (7)$$

где $N_{ли}$ число травм с летальным исходом.

Эти показатели определяют число пострадавших, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год). При известных K_q и $K_{ли}$ риски получения на производстве травмы $R_{тр}$ и травмы с летальным исходом $R_{ли}$ определяются по формулам

$$R_{тр} = \frac{K_q}{1000}, \quad (8)$$

$$R_{ли} = \frac{K_{ли}}{1000}, \quad (9)$$

Значения K_q и $K_{ли}$ для различных отраслей экономики и отдельных профессий приведены в табл.5

Таблица 5.

**Коэффициенты частоты травматизма (K_q)
и частоты несчастных случаев с летальным исходом ($K_{ли}$)
для отдельных отраслей и некоторых профессий**

Отрасль, профессия	Коэффициент частоты травматизма (K_q)	Коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом ($K_{ли}$)
По всем отраслям	5,0	0,15
<i>Промышленность</i> (в среднем)	5,5	0,133
в том числе:		
электроэнергетика	1,7	0,131
тепловые сети	3	0,132

черная металлургия	3,6	0,146
цветная металлургия	4,5	0,216
приборостроение	3,1	0,061
автомобильная промышленность	4,6	0,069
лесопильное производство	16,7	0,246
мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
<i>Сельское хозяйство</i>	8,3	0,216
<i>Транспорт (в среднем)</i>	3,6	0,162
в том числе:		
железнодорожный	1,3	0,111
водный	5,0	0,345
авиационный	2,5	0,264
<i>Строительство</i>	5,3	0,312
<i>Коммунальное хозяйство</i>	3,2	0,037
Водитель	-	0,32
Электросварщик	-	0,20
Газосварщик	-	0,21
Грузчик	-	0,18
Слесарь	-	0,11
Крановщик	-	0,14

Риск гибели людей в непроизводственных условиях города R_{Γ} и быта R_{δ} можно приближенно оценить, пользуясь данными, приведенными в табл. 6

Таблица 6

Риск гибели людей в непроизводственных условиях

Причина гибели	В условиях города (R_{Γ})	В условиях быта (R_{δ})
Автокатастрофа	2,5	10^{-4}
Авиакатастрофа	1	10^{-5}
Электротравма	6	10^{-6}
Падение человека	1	10^{-4}
Падение предметов на человека	6	10^{-6}
Воздействие пламени	4	10^{-5}
Утопление	3	10^{-5}
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	5	10^{-7}
Природные явления (молнии,	10^{-6}	10^{-7}

ураганы и пр.)		
----------------	--	--

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (10)$$

где R_{Σ} — суммарный риск от n последовательных событий; R_i — вероятность индивидуального события.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите вариант задания, выданный преподавателем.
2. В соответствии с полученным заданием проведите оценку условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и определите класс вредности условий труда по данным руководства (табл. в приложении 1-7) заполните таблицу №7

Итоговые таблицы по оценке условий труда по степени вредности и опасности и по показателям тяжести и напряженности.

Таблица 7

Фактор	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4

Класс условий труда по факторам производственной среды - _____.

Класс условий труда по тяжести и напряженности - _____.

3. Рассчитайте скрытый ущерб здоровью по фактору неблагоприятных условий производства на основании общей оценки класса условий труда. Значение K_{np} выберите из табл.3

4. Оцените ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса на основе табл. 2.

5. Оцените ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса (табл.3).

6. Оцените влияние вредных факторов городской и бытовой среды.

7. Полученные результаты занесите в таблицу 8.

Таблица 8.

Класс условий деятельности	СПЖ
СПЖ _{пр}	
СПЖ _г	
СПЖ _б	
СПЖ _Σ	

8. Оцените риск получения травмы $R_{тр}$ или риск гибели на производстве $R_{ли}$ согласно формулам (8) и (9), подобрав величины, коэффициента частоты травматизма K_q и коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом $K_{ли}$, а риск гибели в непроизводственных условиях города $R_г$ и быта $R_б$. Результаты занесите в табл.9.

Таблица 9.

Показатель травматизма	Расчет риска
K_q	
$K_{ли}$	
$K_г$	
$K_б$	
$R_г$	
$R_б$	
$R_Σ$	

9. Сделайте выводы и предложите рекомендации по увеличению СПЖ и снижению риска $R_{тр}$, и $R_{ли}$.

Задание 1

Определите сокращение продолжительности жизни рабочего-заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск его гибели.

Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния (3-й класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блесткость. При контакте со шлифовальным кругом, вращающимся со скоростью 6300 об/мин, заточник испытывает воздействие локальной вибрации, превышающей допустимую на 9 дБ.

Уровень шума превышает допустимый на 25 дБА. Освещенность в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 0,5 Е_н (разряд зрительной работы — IV). Живет заточник около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течение 30 лет. Время в пути до места работы составляет 1 ч, в транспорте заточник также подвергается воздействию вибрации.

Задание 2

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает неэффективно. Печи индукционного нагрева работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей ПДУ более чем в 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА.

Интенсивность теплового потока на рабочем месте составляет 1,05 кВт/м² (норма - 0,35 кВт/м²).

Запыленность алюминиевой и магниевой пылью (2-й класс опасности, без особого действия), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда, добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука от маневровых тепловозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит в среднем по 12 сигарет в день. Трудовой стаж 40 лет.

Задание 3

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 ч за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью сосредоточенного наблюдения более 45% от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию в работу комплекса. При этом он несет полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений.

Задание 4

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера 50-лет, работающего на Иркутском авиационном заводе 25 лет в качестве мастера окрасочного участка.

Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля—стирола, фенола (3-й класс опасности, без особенностей действия), формальдегида (2-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) составляет 7,5 ПДК. Уровень шума при пневматической окраске превышает ПДУ на 25 дБ А, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана

составляет меньше 0,5 E_n (разряд зрительной работы — VI); уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ-1 составляет менее 5 ПДУ.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.) составляет класс условий труда 3.2. Из-за дефицита времени по напряженности труда работа мастера относится к классу 3.1.

Мастер живет в Иркутске №2, на ул. Баумана. Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра - женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта весом 18 Н в течение 80% времени смены, т.е. 360 мин, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту. Уровень звука в цехе превышает норму на 7 дБА, освещенность составляет 0,6 от E_n при выполнении IV разряда зрительной работы. Загазованность, вызванная испарением растворителей краски (ацетон, уайт-спирит - 4 класс опасности), превышает ПДК в 3,5 раза (уайт-спирит влияет на репродуктивную функцию).

Живет работница рядом с хлебозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 25 дБ А. Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 часа 15 мин. Она курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, ей 55 лет, рабочий стаж 35 лет

Задание 5

Токарь работает в слесарно-сборочном цехе на токарном станке. При заточке присутствует отраженная блескость. Частота вращения вала 6000 оборотов в минуту, что обуславливает локальную вибрацию в 1,5 раза превышающую норму. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому общая освещенность в 2 раза хуже нормы. Занимается изготовлением ответственных деталей высокой точности. Относительная влажность воздуха в цехе 13%. Рабочая поза токаря – стоя более 80% времени стоя.

Токарь ездит на работу на общественном транспорте по 40 минут в одну сторону. Курит с 16 лет по пачке (20 штук) сигарет в день.

Задание 6

Гардеробщица принимает верхнюю одежду (одноразовый подъем груза около 3 кг), несет ее до вешалки (передвижение от 1 до 12 м), поднимает на высоту 1,6 м и вешает. Операция повторяется около 600 раз за смену. Затем данная операция повторяется в обратном порядке, т.е. работница снимает одежду с вешалки, несет ее и выдает. Работниц двое, поэтому общая нагрузка делится на 2.

Живет женщина в большом городе, дом стоит вдоль оживленной автомагистрали, на работу добирается на общественном транспорте, затрачивая около 30 мин в одну сторону. Ей 50 лет, из которых она 30 лет курит примерно по полпачки сигарет в день (10 штук).

Задание 7

Каротажник занят переброской оборудования на буровую: с напарником загружает оборудование (одноразовый подъем груза 70 кг – 2 шт., 60 кг – 4 шт., 40 кг – 3 шт., 80 кг – 4 шт., 3 кг – 1 шт., 25 кг – 12 шт) и при помощи третьего работника – более тяжелое оборудование (одноразовый подъем груза 90 кг – 1 шт., 130 кг – 1 шт.), при этом груз переносится на 15 м. Затем в том же порядке оборудование разгружают на вертолетной площадке (перенос 5 м). Загрузив все оборудование в тракторный прицеп (перенос груза 0.5 м), переезжают на вертолетную площадку, разгружают оборудование (перенос на 100 м) и загружают в вертолет (перенос груза на 5 м). После перелета перегружают оборудование в машину (перенос груза на 5 м). При этом один работник делает за все время погрузочно-разгрузочных работ 65 глубоких (более 30 град) наклонов корпуса. С грузом он преодолевает расстояние, равное 3538 м по горизонтали, а по вертикали – 536 м. Каротажнику 45 лет, из которых он 30 лет курит примерно по полпачки (10 штук) сигарет в день. Работает он вахтовым методом, заброска на буровую осуществляется вертолетом по 2 часа в каждую сторону. Продолжительность вахты 29 дней, после чего он отдыхает дома, живет в большом городе около оживленной автотрассы.

Задание 8

Рабочее место электролизника расплавленных солей. Цех электролиза алюминия. Работа связана с ведением технологического процесса электролиза алюминия, технологической обработкой электролизеров. Напряженность магнитного поля на рабочем месте превышает ПДУ в 3 раза. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому освещенность в цехе в 2 раза хуже допустимой. В воздухе рабочей зоны присутствуют возгоны каменноугольных пеков и смол, алюминий трифторид в концентрациях, превышающих ПДК в 1,7 раза. Технологический процесс непрерывный, поэтому работа осуществляется посменно, с ночными сменами.

Живет электролизник (возраст 40 лет) вблизи завода, поэтому на работу ходит пешком.

Задание 9

Электрогазосварщик работает в цехе производства анодной массы, на участке прокаливания кокса. Занимается электродуговой сваркой трубопроводов пара. Количество смолистых веществ (1 класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 2 раза. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому освещенность более, чем в 2 раза хуже нормы. Работа посменная с работой в ночную смену. Температура воздуха в цехе 29 град.

На работу электрогазосварщик добирается трамваем по 40 минут в одну сторону, курит с 17 лет, выкуривая по 20 штук сигарет в день.

Задание 10

Главный инженер завода. Рабочее место оснащено компьютером, за которым он проводит больше 4 часов в день. Работа связана с комплексной оценкой производственной деятельности завода. Главный инженер несет

ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Относительная влажность воздуха в кабинете 10%.

Мужчине 44 года, на работу добирается на автомашине, затрачивая на дорогу по 40-60 минут, поскольку живет за городом. Он курит с 22 лет примерно по 10 сигарет в день.

Приложение 1 - Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды

Фактор, показатель		Класс условий труда		
		допустимый	вредный	
		2	3.1	3.2
Естественное освещение:				
Коэффициент естественной освещенности КЕО, %		$\geq 0,5$	0,1–0,5	<0,1
Искусственное освещение:				
Освещенность рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ:	I-III, А, Б1	Е	$0,5E_n \leq E < E_n$	$E < 0,5E_n$
	IV-XIV, Б2, В, Г, Д, Е, Ж	E_n	$E < E_n$	
Прямая блескость*		Отсутствие	Наличие	
Коэффициент пульсации освещенности (Кл, %)		$K_{пн}$	$K_{пн}$	
* Контроль прямой блескости проводится визуально. При наличии в поле зрения работников слепящих источников света, ухудшения видимости объектов различения и жалоб работников на дискомфорт зрения условия труда по данному показателю относят к классу 3.1.				

Приложение 2 Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных излучений оптического диапазона (лазерное, ультрафиолетовое)

Фактор		Класс условий труда				
		допустимый	вредный			
		2	3.1	3.2	3.3	3.4
Лазерное излучение ¹⁾		*ПДУ ₁	>ПДУ ₁			
		*ПДУ ₂	>ПДУ ₂	≤ 10 ПДУ ₂	$< 10^2$ ПДУ ₂	$< 10^3$ ПДУ ₂
Ультрафиолетовое	при наличии производственных источников УФ-А+ УФ-В, УФ-С, Вт/м ²	ДИИ ²⁾	>ДИИ ²⁾			

при наличии источников УФО профилактического назначения (УФ-А), мВт/м ² ₃₎	9-45 ¹⁾						
¹⁾ При несоблюдении нормативных требований установка профилактического облучения подлежит отключению ввиду её неэффективности (фактическая облученность менее 9 мВт/м ²) или опасности (фактическая облученность более 45 мВт/м ²) и при оценке параметров освещения считается отсутствующей							

Приложение 3 - Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ, раз					
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ПДУ	5	15	25	35	>35
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	≤ПДУ	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	>12/4
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	≤ПДУ	6/2	12/4	18/6	24/8	>24/8
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин	≤ПДУ	5	10	15	20	>20
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ	≤ПДУ	10	20	30	40	>40
Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ	≤ПДУ	5	10	15	20	>20

Приложение 4 - Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Геомагнитное поле (ослабление)	Превышение ПДУ (раз)						
	естественный фон	$\leq$ ВДУ	≤ 5	> 5	-	-	-
Электростатическое поле	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	> 5	-	-	-
Постоянное магнитное поле	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	> 5	-	-	-
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц)	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	-	> 40
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	-	-
Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ	-	$\leq$ ВДУ	$> ВДУ$	-	-	-	-
Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона							
0,01–0,03 МГц	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	-	-
0,03–3,0 МГц	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 5	≤ 1 0	> 10	-	-
3,0–30,0 МГц	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 3	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	-
30,0–300,0 МГц	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 3	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	> 10 0
300,0 МГц – 300,0 ГГц	естественный фон	$\leq$ ПДУ	≤ 3	≤ 5	≤ 1 0	> 1 0	> 10 0
Широкополосный электромагнитный импульс	-	$\leq$ ПДУ	≤ 5	> 5			> 50

Приложение 5 - Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества *	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4

Вредные вещества классов опасности, 1–4 за исключением перечисленных ниже	$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	
	$\leq \text{ПДК}_{\text{сс}}$	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	>15,0	>20,0
Высоко- и умереннофиброгенные АПФД* ; пыли, содержащие природные (асбесты, цеолиты) и искусственные (стеклянные, керамические, углеродные и др.) минеральные волокна	$\leq \text{ПДК}$ $\leq \text{КПН}$	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10	> 10	-

Приложение 6 - Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальн ый (легкая физическая нагрузка)	Допустимы й (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг • м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м: для мужчин для женщин	до 2 500 до 1 500	до 5 000 до 3 000	до 7 000 до 4 000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м для мужчин для женщин	до 12 500 до 7 500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35000 более 25000
1.2.2. При				

перемещении груза на расстояние более 5 м для мужчин для женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70000 более 40000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	более 1500 более 700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000

кистей и пальцев рук)				
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс - с)				
4.1. Одной рукой: для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000
4.2. Двумя руками: для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140000 до 84 000	более 140000 более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 200000 до 120 000	более 200000 более 120000
5. Рабочая поза				

5. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены.	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	Периодическое, более 50% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены.
6. Наклоны корпуса				
Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену	до 50	51 – 100	101 – 300	свыше 300
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

Приложение 7 - Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (Напряженность труда легкой степени)	Допустимый (Напряженность труда средней степени)	Вредный (Напряженный труд)	
			1 степени	2 степени
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим

				лицам.
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм - 100%	5 - 1,1 мм - более 50 %; 1 - 0,3 мм - до 50 %; менее 0,3 мм - до 25 %	1 - 0,3 мм - более 50 %; менее 0,3 мм - 26 - 50 %	менее 0,3 мм - более 50 %
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75

сосредоточенного наблюдения (% времени смены)				
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации: при графическом типе отображения информации:	до 2 до 3	до 3 до 5	до 4 до 6	более 4 более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25
3. Эмоциональные нагрузки				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования,

	работника	вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)	ых усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	остановку технологическ ого процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Отсутствуют	1 – 3	4 – 8	Более 8
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
4.2. Продолжительност ь (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100 – 25	24 – 10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время –	20 и более	19 – 10	9 – 5	менее 5

наблюдение за ходом производственного процесса				
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6 – 7 ч	8 – 9 ч	10 – 12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трёхсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени	Перерывы не регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Практическая работа № 9

Расчет СПЖ населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами

Цель работы: *Научиться рассчитывать СПЖ населения в зависимости от дозы загрязнения среды обитания радионуклидами.*

Теоретические сведения

Радиоактивное загрязнение местности отрицательно влияет на здоровье проживающих в ней людей. Международная комиссия по радиологической

защиты (МКРЗ) на основе изучения обширных научных данных допускает, что при получении человеком сверхнормативного уровня дозы облучения в 0,01 Зв (1 Бэр) сокращение жизни может составить 5 суток из 25000, которые в среднем живет человек. Доза обусловлена внешним и внутренним облучением.

Сокращение продолжительности жизни при равной степени загрязнения территории радионуклидами определяется в следующей последовательности:

1. Рассчитывается доза внешнего облучения (D) за 70 лет (за всю жизнь) по формуле (рекомендована ООН).

$$D = K \cdot \Pi$$

где D — доза облучения, бэр; Π — начальная плотность загрязнения местности ^{137}Cs , Ки/км²; K — коэффициент, зависящий от типа почв местности и изменяющийся от 0,2 до 0,8. Для песчаных почв K максимален и равен 0,8; для черноземных почв $K = 0,2$. Обычно в расчетах принимают $K = 0,6$.

2. Рассчитывается потеря СПЖ по формуле:

$$\Delta \text{СПЖ} = 5D$$

где $\Delta \text{СПЖ}$ — потеря СПЖ, сут.

3. Ситуацию можно улучшить за счет переезда из загрязненной зоны в благоприятную. При переезде через пять лет после аварии предотвращаемая доза (доза, которая предотвращается вследствие применения конкретной контрмеры и рассчитывается как разность между дозой без применения контрмеры и дозой после прекращения действия введенной контрмеры) может составить около 30% от общей ожидаемой за 70 лет; через 10 лет — 15%, а через 20 лет — 10%.

4. Рассчитывается вклад внутреннего облучения и суммарное облучение за 5, 10, 20 и 70 лет, полагая, что внутреннее облучение от загрязнения воды и продуктов) составит около 40—60% от внешнего. При этом под суммарным облучением будем понимать сумму внешнего и внутреннего облучения.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите методики расчета.
2. Выполните расчет сокращения продолжительности жизни, пострадавших в радиационной аварии в Фукусиме при следующих исходных данных: плотность загрязнения 20, 40, 60, 100, и 700 Ки/км². Результаты оцените в процентах, исходя из условия, что в течении 70 лет человек проживает 25500 сут. Результаты свести в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Расчетная величина	Плотность загрязнения местности $^{137}\text{Gs, Ки/км}^2$						
	20	40	60	80	100	400	700
Доза внешнего облучения D бэр							
Потеря СПЖ сут.							
Потеря СПЖ, %							
При переезде через 5 лет							
Предотвращаемая доза D , бэр							
Потеря СПЖ, сут.							
Потеря СПЖ %,							
При переезде через 10 лет							
Предотвращаемая доза D , бэр							
Потеря СПЖ сут.							
Потеря СПЖ %							
При переезде через 20 лет							
Предотвращаемая доза D , бэр							
Потеря СПЖ, сут.							
Потеря СПЖ %							

Таблица 2

Расчетная величина	Плотность загрязнения местности $^{137}\text{Gs, Ки/км}^2$						
	20	40	60	80	100	400	700
За 70 лет							
Доза внешнего облучения D , бэр							
Доза внутреннего облучения D , бэр							
Суммарная доза, бэр							
За 5 лет							
Доза внешнего облучения D , бэр							
Доза внутреннего облучения D , бэр							
Суммарная доза, бэр							

За 10 лет							
Доза внешнего облучения <i>D</i> , бэр							
Доза внутреннего облучения <i>D</i> , бэр							
Суммарная доза, бэр							
За 20 лет							
Доза внешнего облучения <i>D</i> , бэр							
Доза внутреннего облучения <i>D</i> , бэр							
Суммарная доза, бэр							

3. Оформите отчет и сделайте выводы.

Практическая работа № 10

Оценка адаптивных возможностей человека по показателю индивидуальной минуты

Цель работы: *Научиться определять хронобиологический тип и индивидуальную минуту и оценивать адаптацию к опасностям среды обитания.*

Теоретические сведения

На протяжении всей своей истории человечество имеет дело с суточными, месячными, сезонными, годовыми ритмами, обусловленными планетарными явлениями и влияющими на геологические, климатические, биологические и другие процессы.

Под ритмами (от греч. *rheo* - теку) понимают повторение одного и того же события или состояния через строго определенные промежутки времени. Длительность цикла от начала до очередного повтора называется периодом. Ритмичность процессов, присущая всем живым организмам, носит название биологических ритмов. Важнейшим ритмом для всего живого на Земле является суточный ритм, определяемый такими факторами, как вращение Земли, колебания температуры, влажности.

Ритмы биологической активности с периодом около суток носят название циркадных (от лат. *circa* - вокруг, *dies* - день). Изучение закономерностей этих ритмов приобретает все возрастающее практическое значение в связи с круглосуточной работой предприятий, жизнью на Севере, освоением Мирового океана, с длительным пребыванием под водой, развитием космонавтики, межконтинентальными перелетами. Ритм суточной

смены сна и бодрствования, покоя и деятельности наложил свой отпечаток на все физиологические функции, в первую очередь на обеспечивающие двигательную активность, а затем на более глубокие, вплоть до основного обмена веществ.

Определенное влияние на состояние физиологических функций организм человека оказывают периодические изменения положения Луны относительно Солнца и Земли, действие гравитационных сил, влияющее на интенсивность приливов и отливов, геофизические явления. Большой интерес представляет теория биоритмов согласно которой с момента рождения человека у него наступают ритмические, с околосекулярным периодом, колебания функционального состояния. Так, считают, что физический цикл завершается за 23 дня и определяет широкий диапазон физических свойств организма, включая сопротивляемость болезням, силу, координацию, скорость, физиологию, ощущение хорошего физического самочувствия. Эмоциональный цикл, длящийся 28 дней, управляет творчеством, восприимчивостью, психическим здоровьем, мышлением, восприятием мира и самих себя. Интеллектуальный цикл имеет период в 33 дня, он регулирует память, бдительность, восприимчивость к знаниям, логические и аналитические функции мышления.

Дни перехода от положительной фазы к отрицательной являются критическими, что проявляется в физическом цикле несчастными случаями, в эмоциональном - нервными срывами, в интеллектуальном - ухудшением качества умственной работы. Опасность увеличивается, когда критические дни разных циклов совпадают.

Одним из критериев эндогенной организации биологических ритмов является длительность индивидуальной минуты (ИМ). У здоровых людей величина ИМ является относительно стойким показателем, характеризующим эндогенную организацию времени и адаптационные способности организма. У лиц с высокими способностями к адаптации ИМ превышает минуту физического времени, у лиц с невысокими способностями к адаптации ИМ равна в среднем 47,0-46,2 с, у хорошо адаптирующихся - 62,90-69,71 с. ИМ имеет циркасекулярный ритм - ее величина максимальна во вторник и среду и минимальна в пятницу и субботу. По величине ИМ можно судить также о наступлении утомления у людей.

С учетом этого величина ИМ может быть исследована в начале и конце занятия, в течение дня, недели, месяца, года. Эти данные позволят выявить циркадные, недельные, сезонные ритмы индивидуальной минуты, функциональное состояние организма и его адаптивные возможности в любое время.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите методические указания.

2. Выполните определение своего хронобиологического типа (хронобиотипа) с помощью предлагаемого теста
3. При выполнении тестового задания придерживайтесь следующих рекомендаций:

Прежде чем ответить, добросовестно прочитайте каждый вопрос.

Отвечать необходимо на все вопросы в заданной последовательности.

На каждый вопрос надо ответить независимо от другого вопроса.

Для всех вопросов даны на выбор ответы с оценочной шкалой.

Перечеркните крестиком только один ответ.

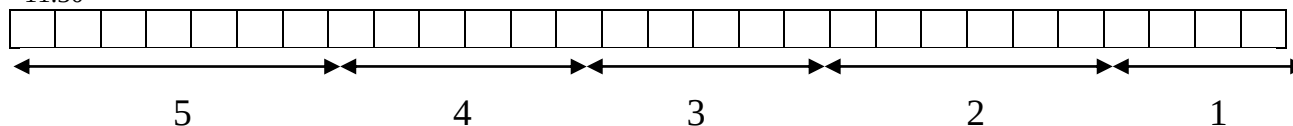
На каждый вопрос просьба ответить как можно откровеннее.

Вопросы с приложенными оценочными тестами

1. Когда вы предпочитаете вставать, если имеете совершенно свободный от планов день и можете руководствоваться только личными чувствами? (Перечеркните крестиком только одну клеточку).

Часы СУТОК:

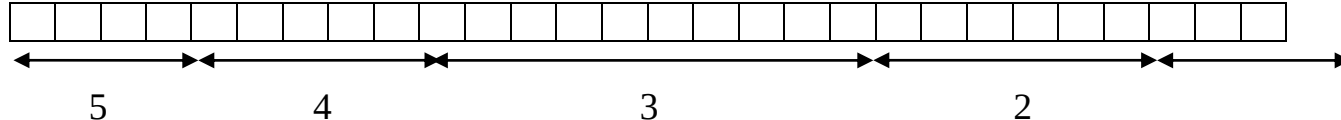
5.00 5.30 6.00 6.30 7.00 7.30 8.00 8.30 9.00 9.30 10.00 10.30 11.00 11.30



2. Когда вы предпочитаете ложиться спать, если совершенно свободны от планов на вечер и можете руководствоваться только личными чувствами? (Перечеркните крестиком только одну клеточку).

Часы суток:

20.00 20.30 21.00 21.30 22.00 22.30 23.00 23.30 24.00 0.30 1.00 1.30 2.00 2.30



1

3. Какова степень вашей зависимости от будильника, если утром вы должны вставать в определенное время?

Совсем независим	4
Иногда зависим	3
В большой степени зависим	2
Полностью зависим	1

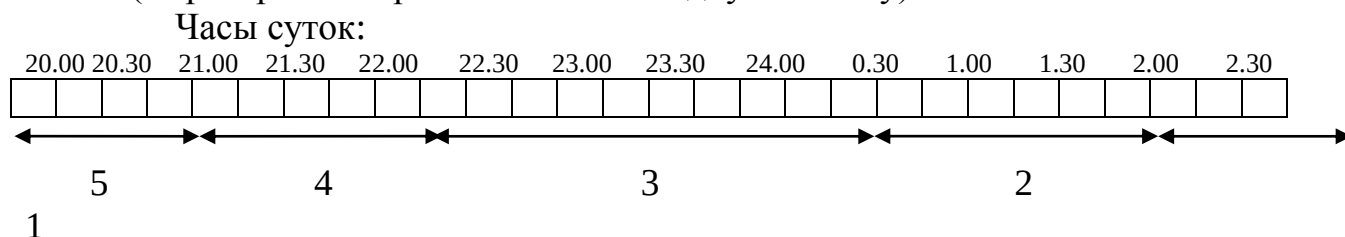
4. Как легко вы встаете утром при обычных условиях?

Очень тяжело	1
Относительно тяжело	2
Сравнительно легко	3
Очень легко	4

5. Как вы деятельны в первые полчаса после утреннего вставания?

Большая вялость	1
Небольшая вялость	2

- Относительно деятелен 3
Очень деятелен 4
6. Какой у вас аппетит после утреннего вставания в первые полчаса?
Совсем нет аппетита 1
Слабый аппетит 2
Сравнительно хороший аппетит 3
Очень хороший аппетит 4
7. Как вы себя чувствуете в первые полчаса после утреннего вставания?
Очень усталым 1
Усталость в небольшой степени 2
Относительно бодр 3
Очень бодр 4
8. Если у вас на следующий день нет никаких обязанностей, когда вы ложитесь спать по сравнению с вашим обычным временем отхода ко сну?
Всегда или почти всегда в обычное время 4
Позднее обычного менее, чем на 1 час 3
На 1-2 часа позднее обычного 2
Позднее обычного больше, чем на 2 часа 1
9. Вы решили заниматься физкультурой (физзарядкой, физической тренировкой). Ваш друг предложил заниматься дважды в неделю, по 1 часу утром, между 7 и 8 часами. Будет ли это благоприятным временем для вас?
Мне это время очень благоприятно 4
Для меня это время относительно приемлемо 3
Мне будет относительно трудно 2
Мне будет очень трудно 1
10. В какое время вечером вы так сильно устаете, что должны идти спать. (Перечеркните крестиком только одну клеточку).



11. Вас собираются нагрузить 2-часовой работой в период наивысшего уровня вашей работоспособности. Какой из 4-х данных сроков вы выберете, если вы совершенно свободны от дневных планов и можете руководствоваться только личными чувствами?
8.00-10.00 6
11.00-13.00 4
15.00-17.00 2
19.00-21.00 0
12. Если вы ложитесь спать в 23.00, то какова степень вашей усталости?
Очень усталый

Совсем не усталый

13. Какие-то обстоятельства заставили вас лечь спать на несколько часов позднее обычного. На следующее утро нет необходимости вставать в обычное для вас время. Какой из 4-х указанных возможных вариантов будет соответствовать вашему состоянию?

Я просыпаюсь позднее, чем обычно

14. Вам предстоит какая-либо работа или отъезд ночью, между 4 и 6 часами. На следующий день у вас нет никаких обязанностей. Какую из следующих возможностей вы выберете?

Полностью высыпаюсь перед ночной работой	4
--	---

15. Вы должны в течение 2-х часов выполнять тяжелую физическую работу. Какие часы вы выберете, если у вас полностью свободный график дня и вы можете руководствоваться только личными чувствами?

19.00-21.00	1
-------------	---

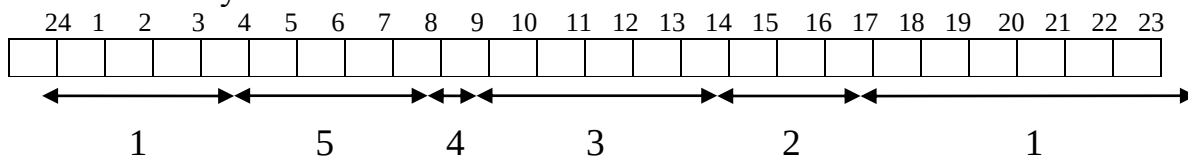
16. У вас возникло решение серьезно заниматься закаливанием организма. Друг предложил делать это дважды в неделю, по 1 часу, между 22 и 23 часами. Как вас будет устраивать это время?

Нет, это время меня не устраивает

17. Представьте, что вы сами можете выбрать график своего рабочего времени. Какой 5-часовой непрерывный график работы вы выберете, чтобы работа стала для вас интереснее и приносила большее удовлетворение?

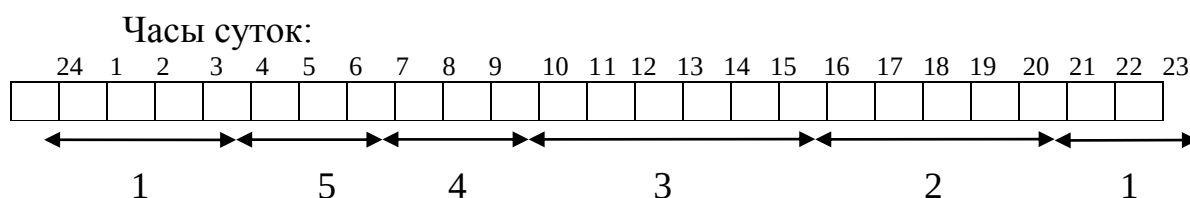
(Перечеркните крестиками пять клеточек).

Часы суток:



(При подсчете берется большее цифровое значение).

(Перечеркните крестиком только одну клеточку).



19. Иногда говорят «утренний человек» и «вечерний человек». К какому типу вы себя относите?

Четко к утреннему типу - «Жаворонок»	6
Скорее, к утреннему типу, чем к вечернему	4
Индифферентный тип - «Голубь»	3
Скорее, к вечернему типу, чем к утреннему	2
Четко к вечернему типу - «Сова»	0

Обработка результатов и выводы

Подсчитайте сумму баллов и, пользуясь схемой оценки, определите, к какому хронобиологическому типу вы относитесь: «Голубь», «Сова» или «Жаворонок».

Схема оценки хронобиологического типа человека по опроснику-тесту

«Жаворонок» (четко выраженный утренний тип)	69 баллов
Слабо выраженный утренний тип	59-69 баллов
«Голубь» (индифферентный тип)	42-58 баллов
Слабо выраженный вечерний тип	31-41 балл
«Сова» (сильно выраженный вечерний тип)	31 балл

Задание 2. Определение длительности индивидуальной минуты

Длительность индивидуальной минуты (ИМ) определяют по методу Халберга (1969). Для этого по команде экспериментатора испытуемый начинает счет секунд про себя (от 1 до 60). Цифру 60 испытуемый произносит вслух. Истинное время фиксируют при помощи секундомера. Для надежности определяют ИМ 2-3 раза средний показатель заносится в протокол. Определите длительность ИМ в начале в конце занятия.

Обработка результатов и выводы

Сопоставьте ваши показатели со среднестатистическими по таблице. Сделайте вывод о соответствии длительности ИМ возрастной норме и о степени адаптации к учебным нагрузкам, судя по ее изменению к концу занятия.

Возрастная динамика длительности индивидуальной минуты (ИМ)

ИМ,с Возраст	Мужчины	Женщины	P ₂	Оба пола
	M±m	M±m		M±m
1. 6 лет	36,8±1,4 <0,001	36,9±1,6 <0,001	>0,5	36,8±1,0 <0,001

2. 7лет P_1	40,8±0,8 <0,001	43,2±2,2 <0,001	>0,5	41,2±1,2 <0,001
3. 12 лет P_1	41,9±0,6 <0,001	43,6±1,1 <0,001	>0,1	42,4±0,8 <0,001
4. 13 лет P_1	47,2±0,6 <0,001	41,3±2,2 <0,001	<0,05	43,6±1,3 <0,001
5. 14 лет P_1	44,8±1,1 <0,001	45,6±1,6 <0,001	>0,5	45,2±1,0 <0,001
6. 15 лет P_1	52,3±1,1 <0,001	52,1±2,0 <0,01	>0,5	52,2±0,9 <0,001
7. 16 лет P_1	55,1±1,0 <0,01	56,9±1,9 >0,1	>0,5	56,4±1,1 <0,05
8. 17 лет P_1	58,8±1,4 >0,5	58,1±1,2 >0,5	>0,5	58,3±1,0 >0,1
9. 21 год	60,2±1,4	59,1±1,3	>0,1	59,8±1,0

Примечание: P_1 - достоверность различий детских величин по сравнению со взрослыми; P_2 - достоверность межполовых различий.

Сделайте вывод о соответствии величины вашей ИМ поло-возрастной норме и об адаптивных возможностях вашего организма.

Задание 3. Определение фазы физического, эмоционального и интеллектуального циклов.

Пользуясь расчетными методами, определите, в какой фазе физического, эмоционального и интеллектуального циклов вы находитесь.

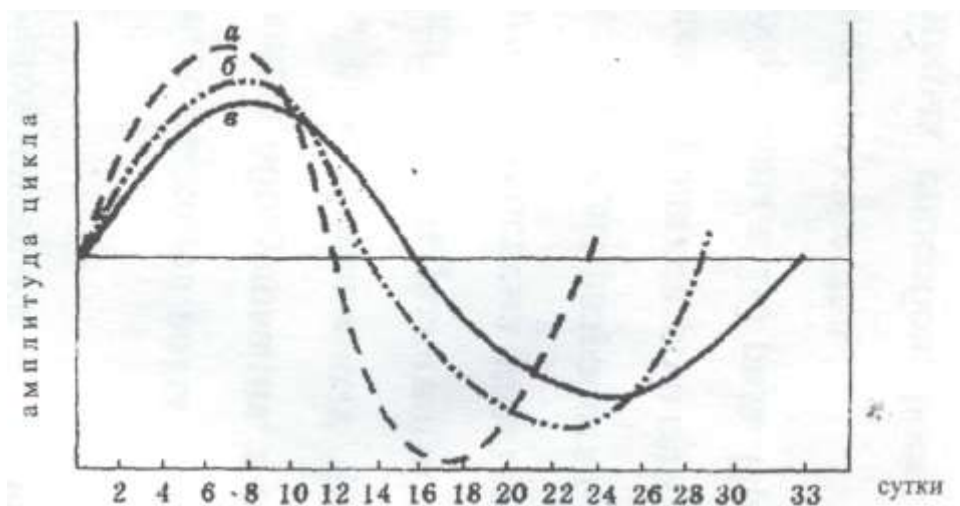
А) Определение физического цикла. Возраст, выраженный в днях, разделите на 23. Получится число целых циклов, а остаток укажет, в какой фазе цикла вы находитесь.

Б) Определение эмоционального цикла. Возраст, выраженный в днях, разделите на 28; остаток указывает, в какой фазе цикла вы находитесь.

В) Определение интеллектуального цикла. Возраст, выраженный в днях, делят на 33; остаток указывает, в какой фазе цикла вы находитесь.

При проведении расчетов необходимо учитывать високосные годы. Обработка результатов и выводы

Постройте ритмограммы собственных циклов согласно рисунку.



Течение трех биоритмов с момента рождения:

а - эмоциональный; б - интеллектуальный; в - физический

Отметьте на ритмограмме фазы физического, эмоционального и интеллектуального цикла, в которых вы находитесь в настоящее время. С учетом предстоящих изменений физической, эмоциональной и интеллектуальной активности составьте график встреч, физической и интеллектуальной деятельности на ближайшие дни и недели.

Практическая работа № 11

Мониторинг опасностей. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников

Цель работы: Освоить методику оценки опасности атмосферного загрязнения по лишайникам атмосферы в районе расположения университета.

Теоретические сведения

Под экологическим качеством среды обитания человека понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортное проживание человека.

Природная среда, в которой мы живем, формировалась в течение многих сотен миллионов лет. Современный лик Земли и состав основных сред обитания живых организмов — почвы, воздуха, воды — созданы и поддерживаются благодаря жизнедеятельности и взаимодействию мириадом живых существ. Искусственно создать полноценную среду обитания для человека не удастся. Только биота (совокупность разнообразных живых организмов) поддерживает и регулирует качество среды — параметры, необходимые для жизни (температуру, влажность, солевой состав, соотношение газов в атмосфере, климат). Сейчас науке известны не менее 7 млн. биологических видов, и ученые считают, что эта цифра составляет только часть от реально существующего разнообразия обитателей Земли.

Поскольку человек адаптирован и может комфортно существовать только в современном биологическом окружении, в природных экосистемах, понятие «экологическое качество среды» подразумевает сохранение экологического равновесия в природе (относительной устойчивости видового состава экосистем и состава сред жизни), которое и обеспечивает здоровье человека.

Необходимо различать цели и способы нормирования и оценки качества среды обитания человека по основным физико-химическим параметрам, с одной стороны, и экологического прогноза будущего изменения состояния экосистемы и здоровья людей в условиях антропогенной пресса - с другой.

Для общей оценки состояния окружающей среды и определения доли участия отдельных источников в ее загрязнении применяют санитарно-гигиенические и токсикологические нормативы (предельно допустимые концентрации - ПДК – поллютантов, предельно допустимые уровни воздействия — ПДУ). Однако для прогноза результатов влияния антропогенных факторов, как на экосистемы, так и на здоровье людей необходимо учитывать так же и многие показатели, характеризующие реакцию отдельных организмов и экосистемы в целом на техногенное воздействие.

Реакции живых систем на разнообразные химические и физические факторы и их сочетание характеризуются такими особенностями, как интегральность и кумулятивность множества воздействий, парадоксальные эффекты слабых доз на организмы животных и растений, наличие цепных процессов и отдаленных последствий локальных влияний на различные «этажи» сложно организованных экосистем. Стохастической, трудно предсказуемой, является и реакция организмов людей, живущих в условиях техногенных искусственных экосистем.

Экологическую опасность, или риск, следует оценивать с учетом не только характера и силы антропогенного воздействия, но и биологических свойств реагирующей системы. Соответственно этому имеется две группы методов экологического мониторинга (слежения за состоянием экосистем): физико-химические и биологические (биомониторинг). Каждый из видов мониторинга имеет свои ограничения. Для качественной оценки и прогноза состояния природной среды необходимо их сочетание. Таким образом, физико-химический и биологический мониторинг не исключают, а дополняют друг друга.

Антропогенные загрязнения действуют на живые организмы, и в том числе на человека, в самых различных сочетаниях, комплексно. Их интегральное влияние можно оценить только по реакции живых организмов или целых сообществ. Прогноз действия на человека загрязненной воды, химических добавок в пищу или загрязненного воздуха правомочен, если в оценку токсичности входят не только аналитические методы, но и биологическая диагностика действия среды на живые организмы.

Очень информативными биоиндикаторами состояния воздушной среды и ее изменения являются низшие растения: мхи и лишайники, которые накапливают в своем слоевище (талломе) многие загрязнители (серу, фтор, радиоактивные вещества, тяжелые металлы). Лишайники очень нетребовательны к факторам внешней среды, они поселяются на голых скалах, бедной почве, стволах деревьев, мертвой древесине, однако для своего нормального функционирования они нуждаются в чистом воздухе. Особенно они чувствительны к сернистому газу. Малейшее загрязнение атмосферы, не влияющее на большинство растений, вызывает массовую гибель чувствительных видов лишайников. Они исчезают, как только концентрация сернистого газа достигнет 35 млрд^{-1} , а среднее его содержание в атмосфере крупных городов свыше 100 млрд^{-1} (Рамад, 1981). Не удивительно поэтому, что большинство лишайников уже исчезло из центральных зон городов.

Научное направление биомониторинга (т.е. слежения) за состоянием воздушной среды при помощи лишайников называется лихеноиндикацией.

Лишайники - это симбиоз водоросли и гриба. Они чувствительны к загрязнению среды в силу следующих причин: 1) у лишайников отсутствует непроницаемая кутикула, благодаря чему обмен газов происходит свободно через всю поверхность; 2) большинство токсических газов концентрируются в дождевой воде, а лишайники впитывают воду всем слоевищем, в отличие от цветковых растений, которые поглощают воду преимущественно корнями; 3) большинство цветковых растений в наших широтах активно только летом, когда уровень загрязнения сернистым газом намного ниже (вследствие уменьшения сжигания угля в топках - основного источника сернистого газа), в то время как лишайники обладают способностью к росту и при температурах ниже 0°C .

В отличие от цветковых растений лишайники способны избавляться от пораженных токсическими веществами частей своего таллома каждый год. В городах с загрязненной атмосферой они редки, главный враг лишайников в городах - сернистый газ. Установлено, что чем выше уровень загрязнения природной среды сернистым газом, тем больше серы накапливается в слоевище лишайников, причем живое слоевище аккумулирует серу из среды интенсивнее, чем мертвое. Особенно удобны лишайники в качестве индикаторов небольшого загрязнения окружающей среды. Наиболее чувствительным симбионтом в талломе лишайников является водоросль.

В мире насчитывается около 26 тысяч видов лишайников. Они различаются по зонам произрастания (тундра, лесная зона и т.д.), видам субстрата (камни, скалы, стволы и ветви деревьев, почва). У лишайников, растущих на деревьях, видовой состав различается в зависимости от pH коры. Лишайники исчезают в первую очередь с деревьев, имеющих кислую кору (береза, хвойные), затем с нейтральных (дуб, клен) и позже всего - с деревьев, имеющих слабощелочную кору (вяз мелколистный, акация желтая). В лишайниковых типах леса доминируют кустистые лишайники (клафония,

цетрария), длинными бородами с ветвей деревьев свисает усnea, которая является наиболее чувствительным видом и растет в лесах только с чистой атмосферой.

Среди жизненных форм лишайников различают:

- 1) накипные (слоевище имеет вид корочек) - например, бацидиум фисция;
- 2) листоватые (слоевище имеет вид пластинок) - например, пармелия, степная золотянка, гапогимния;
- 3) кустистые (слоевище имеет вид кустиков или свисающих «бород», иногда до 1-2 м длиной) - например, усnea, бриория, клафония, цетрария.

Практикуется и более дробное деление жизненных форм лишайников:

- 1) накипные - порошкообразные, слабо структурированные;
- 2) корковые - коркообразные, плотно прилегают к субстрату;
- 3) чешуйчатые - коркообразные, края таллома приподняты;
- 4) пластинчатые - коркообразные, края бороздчатые и образуют лопасти;
- 5) листоватые - таллом листообразный с четкой нижней коркой;
- 6) кустистые - прямые волосовидные или кустарниковой формы.

Наиболее чувствительны к загрязнению воздушной среды кустистые и листоватые лишайники (исчезают полностью), наименее - накипные.

Лишайники (особенно бриория, пармелия, усnea) являются пищей ряда животных (косуль, оленей), а кладония — основная пища северного оленя. Разрушение и исчезновение лишайникового покрова в связи с загрязнением территории (например, в условиях Севера под влиянием промышленности и транспорта) нарушает основные пищевые цепи и приводит к исчезновению ряда животных (особенно оленей), которые являются источником пищи и одежды для ряда северных народов.

По отсутствию лишайников судят об уровне загрязнения атмосферы.

Порядок выполнения работы

1. Получить задание от преподавателя.
2. Разбить парк, вблизи университета на ряд участков возле дороги, в 100м; 300м; 500м; 1000м от дороги.
3. Выбрать площадку, включающую 10 деревьев одного вида. Деревья должны быть примерно одного возраста и размера, не иметь повреждений.
4. Приложить прозрачную сетку плотно к стволу дерева на высоте 0,5-1,3м, подсчитать количество квадратов с лишайниками.
Сетку готовят из толстого полиэтилена в виде квадрата размеров 20×20, разделив каждую сторону на 10 частей.
Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

Порядковый номер дерева	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---------

Степень покрытия лишайниками сетки, %											
Площадки у дороги на расстоянии 100м											
Площадки у дороги на расстоянии 300м											
Площадки у дороги на расстоянии 500м											
Площадки у дороги на расстоянии 1000м											

5. Оцените качество воздуха по шкале табл.2.

Таблица 2.

Шкала качества воздуха по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев.

Степень покрытия, %	Степень загрязнения
более 50%	Чистый воздух
20-50%	Умеренное загрязнение
< 20%	Сильное загрязнение

6. Сделайте выводы и ранжируйте территорию по степени загрязнения, подготовьте отчет.

Практическая работа №12

Расчет динамики факторов пожара в помещении

Цель работы: Научиться оценивать опасные факторы пожара и рассчитывать их динамику.

Теоретические сведения

Пожар относится к наиболее часто реализуемым чрезвычайным ситуациям. Опасные факторы пожара являются причинами, приводящими к гибели людей. К опасным факторам пожара относятся:

- предельная (критическая) температура окружающей среды в условиях пожара (считается, что такой температурой для человеческого организма является 70°C , однако в определенных условиях человеческий организм в течение нескольких минут способен выдержать температуру, превышающую 100°C);
- резкое снижение до опасных значений концентрации кислорода (ниже 15%);
- достижение опасных концентраций продуктов горения или термического разложения веществ при пожаре; например: CO_2 — 6%, или 162 г/м^3 ; CO — 0,5%, или $3,6 \text{ г/м}^3$; цианистый водород (HCN) — $0,2 \text{ г/м}^3$; хлористый водород (HCl) — 3 г/м^3 ;
- потеря видимости на путях (видимость на расстоянии менее 10 м).
- облучение тепловыми потоками (интенсивность облучения свыше 3000 Вт/м^2).

Для прогнозирования опасных факторов пожаров используются нижеприведенные методики расчета.

Расчет необходимого времени эвакуации по критической температуре. Допустим, что горение в начальной стадии происходит без притока внешнего воздуха. Тогда тепло, выделяющееся при горении, расходуется непосредственно на нагрев воздуха в помещении $-Q_B$, нагрев строительных конструкций и оборудования Q_K , т.е.

$$Q_{\text{пож}} = Q_B + Q_K, \quad (1)$$

Естественно предположить, что

$$Q_K = \varphi Q_{\text{пож}}, \quad (2)$$

φ — коэффициент, учитывающей потери тепла на нагрев конструкций и оборудования.

Тогда уравнение 1 принимает вид:

$$(1 - \varphi) Q_{\text{пож}} = Q_B, \quad (3)$$

За время, необходимое для эвакуации $\tau_{\text{нб}}$ выделяемое количество тепла $Q_{\text{пож}}$ определяется по формуле:

$$Q_{\text{пож}} = m F_{\text{гор}} Q_{\text{н}}^p \tau_{\text{нб}} \quad (4)$$

m — массовая скорость выгорания вещества, кг/м^2 ;

$F_{\text{гор}}$ — площадь горения, м^2 ;

Q_n^p — теплота сгорания, кДж/кг.

Таблица 1

Удельная теплота сгорания некоторых видов топлива

Вещество	$q, \text{Дж/кг}$	Вещество	$q, \text{Дж/кг}$
1	2	3	4
Твердые топлива			
Черный уголь	$9,3 \cdot 10^7$	Каменный уголь:	
Древесный уголь	$2,97 \cdot 10^7$	марки А-1	$2,05 \cdot 10^7$
Дрова сухие	$6,3 \cdot 10^6$	марки А-2	$3,03 \cdot 10^7$
Торф	$1,5 \cdot 10^7$	Кокс	$3,03 \cdot 10^7$
		Порох	$3,06 \cdot 10^6$
Жидкие топлива			
Бензин, нефть	$4,6 \cdot 10^7$	Лигроин	$4,33 \cdot 10^7$
Дизельное топливо	$4,2 \cdot 10^7$	Мазут	$4,0 \cdot 10^7$
Керосин	$4,31 \cdot 10^7$	Спирт этиловый	$2,7 \cdot 10^7$
Газообразные топлива (для 1 м^3 при нормальных условиях)			
Генераторный газ	$5,5 \cdot 10^6$	Природный газ	$3,55 \cdot 10^7$
Коксовый газ	$1,64 \cdot 10^7$	Светильный газ	$2,1 \cdot 10^7$

Теплота, идущая на нагревание воздуха в помещении объема W (м^3), вычисляется по следующей формуле:

$$Q_B = WC_B(t_{\text{кр}} - t_n) \quad (5)$$

где C_B - теплоемкость воздуха (C_p , изобарическая теплоемкость воздуха;

C_{cv} — изохорическая теплоемкость воздуха;

$C_p = 3,41 \text{ кал/}^\circ\text{С}$; $C_p : C_{cv} = 1,41$; $\text{кал/}^\circ\text{С} = 4,186 \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ Дж/кгК}$;

$t_{\text{кр}}$ — критическая температура нагрева;

t_n — температура воздуха в нормальных условиях.

Примечание

Поведение молекул идеального газа описывается уравнением

Клайперона — Менделеева:

$$PV = nRT : \mu$$

где n — масса вещества;

T — абсолютная температура вещества;

μ — молекулярный вес;

R — универсальная газовая постоянная, равная $8,31 \text{ Дж/моль К} = 8,31 \cdot 10^7 \text{ эрг/моль К}$.

Основные процессы над газом

1. Изотермический - $T = \text{Const}$ (закон Бойля - Мариотта)

$$PV = \text{Const}$$

2. Изобарический - $P = \text{Const}$ (закон Гей-Люссака):

$$V = \text{Const } T = \frac{mRT}{\mu} : P = \frac{V(1 + \alpha t)}{V_0}$$

где t — температура в градусах шкалы Цельсия;

3. Изохорический – $V = \text{Const}$ (закон Шарля):

$$P = \text{Const } T = mRT : \mu V = P_0(1 + at)$$

Из уравнений (4) и (5) получаем выражение для вычисления необходимого времени эвакуации по теплу (по нагреванию):

$$\tau_{\text{нб}} = (WC_{\text{в}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{н}})) : ((1 - \varphi) n F_{\text{зоп}} Q_{\text{н}}^p) \quad (6)$$

Из уравнения (6) можно определить допустимое время эвакуации при неизменной площади горения. Такие процессы горения характерны для горения складов ЛВЖ и ГЖ при конструктивно ограниченной площади разлива. Однако в большинстве случаев площадь горения меняется во времени, т.е. $F = f(t)$.

Тогда количество тепла, выделяемого при сгорании горючих материалов, определяется следующим образом:

$$Q_{\text{пож}} = n Q_{\text{н}}^p \int_0^{\tau} f(t) dt \quad (7)$$

где τ – ($\tau_{\text{нб}}$) — допустимое время эвакуации.

Рассмотрим частные случаи динамики развития площади возгорания.

1. Круговое развитие пожара:

$$F = n v^2 t^2 \quad (8)$$

В этом случае: $Q_{\text{пож}} = n Q_{\text{н}}^p \int_0^{\tau} \pi v^2 t^2 dt \quad (9)$

$$(1 - \varphi) n Q_{\text{н}}^p \int_0^{\tau} \pi v^2 t^2 dt = 3 WC_{\text{в}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{н}}) \quad (10)$$

$$\tau_{\text{нб}} = [3 WC_{\text{в}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{н}}) : ((1 - \varphi) n Q_{\text{н}}^p \pi v^2)]^{1/3} \quad (11)$$

2. При прямоугольном развитии пожара в две стороны:

$$F = 2vbt. \quad (12)$$

В этом случае: $Q_{\text{пож}} = n Q_{\text{н}}^p \int vbt^2 dt = n Q_{\text{н}}^p vb \tau_{\text{нб}}^2 \quad (13)$

$$(1 - \varphi) n Q_{\text{н}}^p vb \tau_{\text{нб}}^2 = 3 WC_{\text{в}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{н}}) \quad (14)$$

$$\tau_{\text{нб}} = [WC_{\text{в}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{н}}) : (1 - \varphi) n Q_{\text{н}}^p vb]^{1/3} \quad (15)$$

v — скорость перемещения границы пожара;

b — ширина по каждой стороне площади пожара.

Расчет необходимого времени эвакуации по снижению содержания кислорода. Снижение содержания кислорода в атмосфере до 15% считается опасным для человека. Далее полагаем, что горение происходит без вентиляции помещения, где наблюдается процесс горения. Расход кислорода на поддержание горения вещества при пожаре вычисляется по формуле

$$W(O_2) = n F_{\text{гор}} t w(O_2), \text{ м}^3 \quad (16)$$

где $w(O_2)$ — удельный расход кислорода, т.е. расход кислорода на сгорание 1 кг горючего вещества, m^3/kg .

Предельный расход кислорода, т.е. количество кислорода, снижающее его содержание в атмосфере помещения до 15%, где наблюдается пожар, можно оценить соотношением:

$$W(O_2) = (0,21 - 0,15) W \approx 0,06 W, \quad (17)$$

где W — объем помещения.

При постоянной площади горения $F_{гор}$ необходимое время для эвакуации определяется соотношением:

$$\tau_{нб} = 0,06 W : n F_{гор} t w(O_2) \quad (18)$$

Аналогично предыдущему соотношению, но при круговом развитии пожара:

$$\tau_{нб} = [0,18 W : n \pi v^2 w(O_2)]^{1/3} \quad (19)$$

При прямоугольном развитии пожара в две стороны:

$$\tau_{нб} = [0,06 W : n \pi v b w(O_2)]^{1/2} \quad (20)$$

Расчет необходимого времени эвакуации по появлению токсичных продуктов горения. Если известно количество вредных веществ, выделяемых при сгорании 1 кг сгораемого вещества $w(\gamma)$ ($г/кг$, m^3/kg), и допустимая концентрация рассматриваемого вредного вещества, т.е. γ ($г/м^3/kg$, m^3/m^3), тогда уравнение баланса данного вещества может быть представлено в виде:

$$\gamma W = n F_{гор} t w(\gamma), \quad (21)$$

При постоянной площади горения $F_{гор}$:

$$\tau_{нб} = W / n F_{гор} w(\gamma). \quad (22)$$

При круговом развитии пожара:

$$\tau_{нб} = [3 \gamma W : n \pi v^2 w(\gamma)]^{1/3} \quad (23)$$

При прямоугольном развитии пожара в две стороны:

$$\tau_{нб} = [\gamma W : n w(\gamma) v b]^{1/2} \quad (24)$$

Расчет необходимого времени эвакуации по снижению видимости. Практические наблюдения показали, что эвакуация затруднена, порой невозможна в условиях, когда видимости в помещении менее 10 м.

Если известен коэффициент ослабления видимости $\mu(f)$ при задымлении (при видимости, 10 м $\mu(f)$ равен 0,46), уравнение баланса для расчета $\tau_{нб}$ может быть представлено в виде:

$$\mu(f) W = n F_{гор} t K_d, \quad (25)$$

Значения K_d представлены в табл. 2

Таблица 2.

Значения коэффициента дымообразования (K_d)

Горящее при пожаре вещество	Коэффициент дымообразования, m^3/kg
Древесина	50-70

Солома	100
Резина	2400

При постоянной площади горения $F_{гор}$:

$$\tau_{нб} = \mu(f)W : n F_{гор} K_d \quad (26)$$

При переменной площади горения:

при круговом развитии пожара

$$\tau_{нб} = [3\mu(f)W : n K_d \pi v^2]^{1/3} \quad (27)$$

при прямоугольном развитии пожара в две стороны

$$\tau_{нб} = [\mu(f)W : n K_d v b]^{1/2} \quad (28)$$

Примечание. Обычно при пожаре на организм человека действуют не один какой-то фактор, а весь комплекс опасных воздействий. В современных условиях, когда еще недостаточно собрано статистических данных по влиянию различных вредных факторов, рекомендуется в качестве $\tau_{нб}$ принимать минимальные значения по всему множеству факторов.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите основные расчеты.
2. Получите задание от преподавателя и выполните расчеты опасных факторов при горении:
 - А). квартиры
 - Б). пожар в гараже с бочкой бензина 200л.
3. Подготовьте отчет.

Практическая работа №13

Определение опасных зон

Цель работы: Освоить методику расчета опасных зон при работе.

Теоретические сведения

Границы опасной зоны башенных кранов определяются площадью между подкрановыми путями, увеличенной в каждую сторону на $(R + S_H)$, то есть

$$\begin{aligned} \text{длина } L &= l_{п} + 2(R + S_H), \\ \text{ширина } B &= b + 2(R + S_H), \end{aligned}$$

где $l_{п}$ - длина подкранового пути, м; b - ширина колеи, м; R - максимальный вылет крюка, м; S_H - отлет груза при его падении с высоты (табл. 1).

Таблица 1

Границы опасной зоны S_H в связи с падением предметов

Высота возможного падения предмета п, м	Границы опасной зоны S_n , м	
	Вблизи мест перемещения грузов	Вблизи строящегося здания или сооружения (от внешнего периметра)
До 20	7	5
20÷70	10	7
70÷120	15	10
120÷200	20	15
200÷300	25	20
300÷400	30	25

Границы опасной зоны, где проявляется потенциальное действие опасных производственных факторов, связанных с падением предметов, определяются наружными контурами строящегося объекта, увеличенными на S_n .

Отлет груза при падении с высоты h от точки его подвешивания может быть определен по формуле $S_n = 0,32\omega R\sqrt{h}$, где ω -угловая скорость вращения стрелы, c^{-1} .

Задача. Требуется оценить возможную опасную зону при работе автомобильного крана на вылете $R=11$ м, при подъеме груза массой 2т на высоту $h=12$ м, при угловой скорости вращения стрелы $\omega = 0,1 c^{-1}$.

Решение

1. Отлет груза вычисляем по формуле для компактного груза

$$S_n = 0,32 \cdot 0,1 \cdot 11 \cdot \sqrt{12} = 1,2 \text{ м.}$$

2. Ветер и парусность груза могут значительно увеличить отлет, поэтому по табл. 1 принимаем $S_n = 7$ м.

Таким образом, в зависимости от погодных условий и габаритов груза опасную зону определяют:

для компактных грузов при безветренной погоде

$$S_{n1} = R(1 + 0,32\omega\sqrt{h}) = 12,6 \text{ м;}$$

для плит и панелей высокой парусности при ветреной погоде

$$S_{n2} = R + S_n = 11 + 7 = 18 \text{ м.}$$

Границы опасных зон вблизи движущихся частей и рабочих органов определяются расстоянием в пределах 5 м, если другие повышенные требования отсутствуют в паспорте и инструкции завода-изготовителя.

Граница опасной зоны в местах прохождения временных электрических сетей определяется пространством, в пределах которого рабочий может коснуться проводов монтируемыми длинномерными

детальями. Опасная зона в этом случае определяется максимальной длиной детали плюс 1м.

Границы опасной зоны высоковольтных линий электропередач, проходящих через территорию строительной площадки, устанавливают в зависимости от напряжения сети в обе стороны от крайних проводов: при напряжении до 20 кВ - 10, до 35 кВ - 15, до 110 кВ - 20, до 220 кВ - 25 м.

Граница опасной зоны вблизи выемок с откосами, разрабатываемых без механических креплений, связана с выходом следа поверхности скольжения от возможной призмы обрушения грунта на берму.

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае отсутствия пригрузки бермы можно определить по формуле:

$$l_H = 1,2h\alpha + l,$$

где h - глубина выемки, м;

α - коэффициент заложения откоса, который принимается по данным табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент заложения откоса, α

Грунт	Коэффициент заложения откоса, α при глубине выемки, не более, м		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотняемый	0,67	1	1,25
Песчаный и гравийный	0,5	1	1
Смесь	0,25	0,67	0,85
Глина	0	0,5	0,5
Лесс и лессовидный	0	0,25	0,5

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае пригрузки бермы весом строительных машин может быть определено через наименьшее допустимое приближение опоры крана l_H (конца шпалы, гусеницы, колеса) к основанию откоса по табл. 3..

Таблица 3.

Наименьшее допустимое расстояние до подошвы траншеи

Глубина выемки, м	Наименьшее допустимое расстояние l_H , м для грунта (ненасыпного)			
	песчаного	супесчаного	суглинистого	глинистого
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Задача. Требуется определить положение границы опасной зоны на берме выемки глубиной 3 м в суглинистых фунтах.

Решение

1. По исходным данным находим по табл. 2 значение коэффициента заложения $\alpha = 0,5$.

2. Вычисляем след плоскости скольжения от возможной призмы обрушения на берме, свободной от нагрузки:

$$l_n = 1,2 \cdot 3 \cdot 0,5 + 1 = 2,8 \text{ м.}$$

3. По табл. 3 наименьшее допустимое приближение к подошве незакрепленного откоса $l_n = 3,25$ м, в котором учитывается дополнительная пригрузка бермы массой строительной машины (крана).

4. Принимаем положение границы опасной зоны для двух случаев:

берма выемки свободна от нагрузки - $l_n = 2,8$ м;

берма выемки имеет нагрузку - $l_n = 3,25$ м.

Порядок выполнения работы

3. Внимательно изучите методики расчета опасных зон.
4. Получите задание от преподавателя и выполните расчет опасных зон для:
 - А). башенного крана при подъеме груза на высоту 10м, массе 1,8т, угловой скорости вращения 0,2; 4; 0,8 C^{-1} .
 - Б). выемок глубиной 1,2; 5м в глинистых почвах.
3. Подготовьте отчет.

Практическая работа №14

Расчет выбросов от передвижных источников

Цель работы: *освоить методику расчета выбросов от передвижных источников выбросов*

Теоретические положения

Методика устанавливает порядок расчета выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников дорожной техники.

Инвентаризация выбросов представляет собой систематизацию сведений о распределении источников по территории, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Расчет валовых и максимально разовых выбросов загрязняющих веществ проводится с использованием удельных показателей, т.е. количества

выделенных загрязняющих веществ, приведенных к единицам времени и оборудования, массе расходуемых материалов.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ от производственных участков приведены на основании результатов исследований и наблюдений, проведенных различными научно-исследовательскими и проектными институтами.

К передвижным источникам относятся:

- легковые и грузовые автомобили, автобусы, специальные автомобили (автобетономешалки, цементовозы, битумовозы, поливомоечные, уборочные, снегоочистительные и т. п.),

- дорожно-строительные машины (ДМ) (тракторы, автогрейдеры, экскаваторы, асфальто-укладчики, катки, корчеватели, бульдозеры, фрезы и т.п.).

Расчет валовых и максимально разовых выбросов от всех групп автомобилей проводится в соответствии с действующей методикой.

Расчет выбросов от дорожно-строительных машин (ДМ) проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработавших газах дизельных и пусковых бензиновых двигателей: углерода оксид (СО), углеводороды (СН), азота оксид (в пересчете на NO₂), твердые частицы (сажа - С), ангидрид сернистый (серы диоксид – SO₂), свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)).

Все рассматриваемые ДМ условно разбиты на категории в зависимости от номинальной мощности установленного дизельного двигателя. Запуск дизельных двигателей, установленных на ДМ (кроме 1-й категории), часто производится с помощью пусковых 2-х тактных бензиновых двигателей или пусковых установок с 4-х тактными бензиновыми двигателями. На их долю приходится значительная часть суммарных вредных выбросов за период запуска, прогрева и выезда машин с территории предприятия.

Выброс **i-го** вещества одной машины **к-й** группы в день при выезде с территории предприятия **M'ik**, и возврате **M''ik** рассчитывается по формулам:

$$M'_{ik} = (m_{nik} \cdot t_n + m_{npik} \cdot t_{np} + m_{gbik} \cdot t_{gb1} + m_{xxik} \cdot t_{xxl}) 10^{-6}, \text{ т} \quad (1)$$

$$M''_{ik} = (m_{vik} \cdot t_{vb2} + m_{xxik} \cdot t_{xxl2}) 10^{-6}, \text{ т} \quad (2)$$

где **m_{nik}** - удельный выброс **i-го** вещества пусковым двигателем, г/мин;

m_{npik} - удельный выброс **i-го** вещества при прогреве двигателя машины **к-й** группы, г/мин;

m_{gbik} - удельный выброс **i-го** вещества при движении машины **к-й** группы по территории с условно постоянной скоростью. г/мин;

m_{xxik} - удельный выброс **i-го** компонента при работе двигателя на холостом ходу. г/мин;

t_n, t_{np} - время работы пускового двигателя и прогрева двигателя, мин;

t_{gb1}, t_{gb2} - время движения машины по территории при выезде и возврате, мин;

t_{xx1} , t_{xx2} - время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате = 1 мин.

При расчете выбросов от ДМ, имеющих двигатель с запуском от электростартерной установки, член $m_{nik} \cdot t_n$ из формулы (1) исключается.

Так как по мере прогрева двигателя выбросы CO, CH и C уменьшаются, величина m_{npik} представляет собой оценку среднего удельного выброса за время прогрева t_{np} .

Значения m_{nik} , m_{npik} , m_{gbik} и m_{xxik} приведены в таблицах 2.1 - 2.4. Приведенные в таблицах данные получены на основе статистической обработки результатов фактических измерений выбросов двигателей внутреннего сгорания и отражают категорию двигателя по мощности, а также учитывают температурные условия, характеризующие различные времена года.

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C , относятся к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ - к теплому периоду и с температурой от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$ - к переходному. Для предприятий, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной. Влияние периода года учитывается только для выезжающей техники, хранящейся при температуре окружающей среды.

Расчет выбросов для ДМ, хранящихся на закрытых отапливаемых стоянках, производится по показателям, характеризующим теплый период года, для всего расчетного периода.

Время пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок t_n также зависит от температуры окружающей среды и принимается по таблице 2.5.

Время, затрачиваемое ДМ при движении по территории предприятия t_{gb} , определяется путем деления пути, проходимого машиной от центра площадки, выделенной для стоянки данной группы машин, до выездных ворот (при выезде) и от въездных ворот до центра стоянки (при возврате) на среднюю скорость движения по территории предприятия. Средние скорости при въезде и выезде приведены в таблице 6.

Валовый годовой выброс i -го вещества ДМ рассчитывается для каждого периода года по формуле:

$$M_i = \sum_{k=1}^P (M'_{ik} + M''_{ik}) \cdot D_{фк} \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (3)$$

где $D_{фк}$ - суммарное количество дней работы ДМ k -й группы в расчетный период года ;

$$D_{фк} = D_p \cdot N_k,$$

где D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде;

N_k - среднее количество ДМ k -й группы, ежедневно выходящих на линию.

Количество рабочих дней в расчетном периоде (D_p) зависит от режима работы предприятий и длительности периодов со средней температурой

ниже -5°C , от -5°C до 5°C , выше 5°C . Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по Справочнику по климату

Для определения общего валового выброса M°_i валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M^{\circ}_i = M^T_i + M^T_i + M^T_i, \text{ т/год} \quad (4)$$

Максимально разовый выброс i -го вещества G_i рассчитывается для каждого месяца по формуле:

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^P (m_{n_{ik}} \cdot t_n + m_{np_{ik}} \cdot t_{np} + m_{дв_{ik}} \cdot t_{гв} + m_{хх_{ik}} \cdot t_{хх}) \cdot N_k}{3600} \quad (5)$$

где t_p - среднее время разезда ДМ с территории предприятия, мин.

$t_{хх}$ - время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате (в среднем составляет 1 мин.);

N'_k - наибольшее количество ДМ, выезжающих со стоянки в течение одного часа.

Величина t_{np} практически одинакова для различных категорий машин, но существенно изменяется в зависимости от температуры воздуха (таблица 7).

Общие валовые и максимально разовые выбросы от передвижных источников определяются суммированием выбросов одноименных загрязняющих веществ от всех групп автомобилей и дорожно-строительных машин.

Таблица 2

Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизельных двигателей на ДМ (m_{nik})

Категория машин	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин				
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	Pb ^x
1 ^{хх}	до 20	-	-	-	-	-
2	21-35	18,3	4,7	0,7	0,023	0,0064
3	36-60	23,3	5,8	1,2	0,029	0,0082
4	61-100	25,0	2,1	1,7	0,042	0,0120
5	101-160	35,0	2,9	3,4	0,058	0,0160
6	161-260	57,0	4,7	4,5	0,095	0,0270
7	свыше 260	90,0	7,5	7,0	0,150	0,0420

х - Расчет выбросов соединений свинца приводится только в случае использования этилированного бензина;

хх - I категория машин осуществляет пуск дизельного двигателя электростартером, который не дает никаких выбросов

Таблица 2

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева ($m_{\text{прпк}}$)

Категори я машин	Номинальна я мощность дизельного двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
		CO		CH		NO ₂		C		SO ₂	
		Периоды года									
		теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
1	до 20	0,5	1,0	0,06	0,16	0,09	0,14	0,01	0,06	0,018	0,022
5	21-35	0,8	1,6	0,11	0,29	0,17	0,26	0,02	0,12	0,034	0,042
3	36-60	1,4	2,8	0,18	0,47	0,29	0,44	0,04	0,24	0,058	0,072
4	61-100	2,4	4,8	0,30	0,78	0,48	0,72	0,06	0,36	0,097	0,120
5	101-160	3,9	7,8	0,49	1,27	0,78	1,17	0,10	0,60	0,16	0,200
6	161-260	6,3	12,6	0,79	2,05	1,27	1,91	0,17	1,02	0,25	0,310
7	свыше 260	9,9	18,8	1,24	3,22	2,00	3,00	0,26	1,56	0,26	0,320

Примечание: В переходный период значения выбросов СО,СН,С,SO₂; должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO_x; равны выбросам в холодный период

Таблица 3

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе движения по территории предприятия ($m_{\text{гвпк}}$)

Категория машин	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
		СО		СН		NO ₂		SO ₂			
		Периоды года									
		теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
1	до 20	0,24	0,29	0,08	0,10	0,47	0,47	0,05	0,07	0,036	0,044
2	21-35	0,45	0,55	0,15	0,18	0,87	0,87	0,10	0,15	0,068	0,084
3	36-60	0,77	0,94	0,26	0,31	1,49	1,49	0,17	0,25	0,120	0,150
4	61-100	1,29	1,57	0,43	0,51	2,47	2,47	0,27	0,41	0,190	0,230

5	101-160	2,09	2,55	0,71	0,85	4,01	4,01	0,45	0,67	0,310	0,380
6	161-260	3,37	4,11	1,14	1,37	6,47	6,47	0,72	1,08	0,510	0,630
7	свыше 260	5,30	6,47	1,79	2,15	10,16	10,16	1,13	1,70	0,800	0,980

Примечание: В переходный период значения выбросов CO,CH₄,C,SO₂ должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 4

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизельного двигателя на холостом ходу ($m_{\text{ххик}}$)

Категория двигателя	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин				
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂
1	до 20	0,45	0,06	0,09	0,01	0,018
2	21-35	0,84	0,11	0,17	0,02	0,034
3	36-60	1,44	0,18	0,29	0,04	0,058
4	61-100	2,40	0,30	0,48	0,06	0,097
5	101-160	3,91	0,49	0,78	0,10	0,160
6	161-260	6,31	0,79	1,27	0,17	0,250
7	свыше 260	9,92	1,24	1,99	0,26	0,390

Таблица 5.

Средняя продолжительность пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок, t_n

Период года	Теплый	Переходный	Холодный
Продолжительность пуска, мин.	1	2	4

Таблица 6

Средние скорости движения техники по территории предприятия

Тип машин	Средняя скорость движения, км/ч
Колесные тракторы класса до 5 тс	10
Гусеничные тракторы и тяжелая колесная техника (скреперы и т. п.)	5

Таблица 2.7.

Среднее время работы двигателя при прогреве двигателя

Температура воздуха, °C	выше 5	ниже 5 до -5	ниже -5 до -10	ниже -10 до -15	ниже -15 до -20	ниже -20 до -25	ниже -25
-------------------------	--------	--------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения и методику выполнения расчета.
2. Получите задание от преподавателя и выполните расчет массы выбросов в атмосферу в единицу времени в г/с и за год т/год
3. Подготовьте отчет и сделайте выводы.

Практическая работа 15

Расчет рассеивания выбросов в атмосферном воздухе

Цель работы: Расчет максимальной приземной концентрации вредных веществ по оси факела от одиночного точечного источника выброса.

Теоретические положения

Нормирование примесей атмосферы

Основной характеристикой загрязнения атмосферы является концентрация примеси, т.е. масса вредного вещества (мг) в единице объема воздуха (м^3) при нормальных условиях.

Основой законодательства об охране атмосферного воздуха являются **предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК)**.

ПДК - это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе, отнесённая к определённому времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия.

В настоящее время величины ПДК устанавливаются, главным образом, на основании изучения влияния на человеческий организм или на окружающую природу. Если вещество оказывает на окружающую природу вредное воздействие в меньших концентрациях, чем на организм, то при нормировании исходят из порога действия его на окружающую природу. В отдельных случаях для особо опасных веществ величины ПДК устанавливаются с большим запасом по отношению к пороговой величине.

Для веществ, которые оказывают немедленное, но временное раздражающее действие, устанавливают **максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК м.р.) за 20-минутный период**.

Для веществ, оказывающих вредное влияние при накоплении в организме, устанавливают **среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК с.с.)**. При этом имеются в виду среднесуточные концентрации за год, а не в отдельные сутки.

Для тех веществ, которые оказывают немедленное раздражающее действие и обладают свойствами накапливания в организме с последующими патологическими изменениями, устанавливают ПДК м.р. и ПДК с.с. При этом, если порог разового воздействия на организм больше

порога среднесуточного воздействия, то для вещества устанавливаются различные величины ПДК м.р. и ПДК с.с.

Нормативы ПДК едины для всей территории России. Нормы устанавливают ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест (ПДК м.р., ПДК с.с.), в воздухе рабочей зоны (ПДК р.з.). Причем ПДК, установленные для рабочей зоны, как правило, значительно выше, чем ПДК для населённых мест. Это объясняется тем, что на предприятии люди проводят только часть суток, кроме того, там не находятся дети или люди с ослабленным здоровьем.

Для территории промышленных площадок ПДК не устанавливаются, но в соответствии с требованиями санитарных норм в местах воздухозаборов концентрация загрязнения не должна превышать 30 % от ПДК рабочей зоны. Условно принимают эту величину за ПДК промышленной площадки.

Некоторые вредные вещества, поступая в атмосферный воздух, превращаются в другие вещества, как правило, более токсичные. Поэтому при сравнении ожидаемых расчётных приземных концентраций с ПДК производится соответствующий перерасчёт.

При одновременном наличии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих эффектом однонаправленного (суммирующего) действия, сумма отношений их фактических концентраций C ($C_1, C_2, \dots, C_n$) к их ПДК ($\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$) должна удовлетворять условию

$$C = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1$$

Например, эффектом суммации обладают:

- ацетон, акролеин, фталевый ангидрид;
- ацетон, фенол;
- ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол;
- оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, гексан;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и фенол;
- диоксид серы и фтористый водород;
- сильные минеральные кислоты (серная, соляная, азотная);
- циклогексан, бензол;
- этилен, пропилен, бутилен, амилен.

Приземные концентрации вредных веществ на территории охранных зон курортов, в местах размещения санаториев и домов отдыха, зонах отдыха городов с населением более 200 тыс. человек не должны быть больше 0.8 ПДК, установленных для населённых мест.

Значения ПДК для некоторых вредных веществ (мг/м^3) приведены в табл. 1. Для вредных веществ, ПДК которых еще не утверждены, устанавливают ориентировочно безопасные уровни (ОБУВ) загрязняющих веществ.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, мг/ м³

Вещества	Для населённых мест		Для ра- бочей зоны	Для мест воздухоэ абона
	макс. Разовая	среднесу- точная		
Азота диоксид	0.085	0.04	2.0	0.6
Азота оксид	0.4	0.06	5.0	1.5
Акролеин	0.03	0.03	0.2	0.6
Аммиак	0.2	0.04	20.0	6.0
Ангидрид сернистый	0.5	0.05	10.0	3.0
Ацетон	0.35	0.35	200.0	60,0
Аэрозоль сварочный	0,3	-	-	-
Бенз (а) пирен	-	0.000001	0.00015	0.000045
Бензин (в пересчёте на углерод)	5.0	15.0	-	-
Бензол	1.5	0.1	5.0	1.5
н-Бутан	300,0	-	-	-
Бутилацетат	0,1	оп	-	-
Ванадия оксид (V)	-	0.002	0.1	0.03
Взвешенные вещества	0.5	0.15	-	-
Водород хлористый (соляная кислота)	0.2	0.2	5.0	1.5
Водород цианистый (синильная кислота)	-	0.01	-	-
н-Гексан	60,0	-	-	-
Диоксид серы	0,5	0,05	-	-
Дивинил	3,0	1,0	-	-
Железа оксид (в пересчёте на железо)	-	0.04	-	-
Железа сульфат (в пересчёте на железо)	-	0,007	-	-
Железа хлорид (в пересчете на железо)	-	0.004	-	-
Изопрен	-	0,5	-	-
Кислота азотная (по молекуле HNO ₃)	0.4	0.15	-	0.6
Кислота серная (по молекуле H ₂ SO ₄)	0.015	-	2.0	15.0
Кислота уксусная	0,2	-	-	-
Ксилол	0.2	0.2	50.0	-
Керосин	1,0	-	-	-
Магния оксид	0.4	0.05	-	-
Меди оксид	-	0.02	-	-
Мышьяк, неорганические соединения (в пересчёте на мышьяк)	-	0.003	-	0.0015
Никель металлический, никеля оксид (в пересчёте на никель)	-	0.001	0.05	0.03
Озон	0.16	0.03	0.1	-
Олова оксид (в пересчете на олово)	-	0,02	-	-
Пропилен	3,0	3,0	-	-
Пыль неорганическая промышленного происхождения, в том числе зола, содер- жащая свободную SiO ₂ , % :				-
> 70 (диас и др.)	0.15	0.05	-	-
70-20 (шамот, цемент и др.)	0.3	0.1	-	-
< 20 (доломит и др.)	0.5	0.15	-	0.6
Пыль:				

резиновая	0,5	-	-	-
металлическая+абразивная	0,3	-	-	-
чугуна	0,5	-	-	-
абразивная	0,3	-	-	-
древесная	0,5	-	-	-
хлопковая	0,5	-	-	-
Ртуть	-	0.0003	0.2	0.003
Сажа	0.15	0.05	-	-
Свинец и его соединения (кроме тетра-этилсвинца)	-	0.0003	0.01	3.0 3.0
Сероводород	0.008	-	10.0	-
Сероуглерод	0.03	0.005	1.0	-
Спирт этиловый	5,0	5,0	-	3.0
Спирт бутиловый	0,1	0,1	-	-
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	-	-
Толуол	0,6	0,6	-	-
Углерода оксид	5.0	3.0	10.0	0.9
Углеводороды	1,0	-	-	0.15
Угольная зола	0,05	0,02	-	-
Фенол	0,01	0.003	0.3	0.0015
Формальдегид	0,035	0.03	0.5	-
Фтористые соединения	0,02	0.005	0.05	0.3
Трихлорэтилен	4,0	1,0	-	-
Хлор	0,1	0.03	1.0	0.003
Хлорбензол	0,1	0,1	-	-
Хром шестивалентный (в пересчёте на Cr ₂ O ₃)	0.0015	0.0015	0.01	0.15
Тетрахлорэтан	0,06	-	-	-
Цинка оксид (в пересчёте на цинк)	-	0.05	0.5	-
Циклогексан	1,4	1,4	-	-
Циклогексанол	0,06	0,06	-	-
Циклогексанон	0.04	0,04	-	-
Этилацетат	0.1	0,1	-	-

Примечание: ОБУВ (мг/м³) для некоторых вредных веществ: аэрозоль эмульсона-0,05; масло минеральное нефтяное-0,05; натрия гидроксид (едкий натрий, сода каустическая) -0,01; натрия карбонат (сода кальцинированная)-0,04; сольвент-0,2; уайт-спирит-1,0

Методика расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе

Рассеивание выбросов в атмосфере

Распространение выбросов в атмосфере подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс рассеивания выбросов оказывает влияние состояние атмосферы, характер местности, физические и химические свойства выбрасываемых веществ, высота источника выброса и т.п. Горизонтальное перемещение примесей определяется, в основном,

скоростью ветра, вертикальное - распределением температур в вертикальном направлении.

На рис. 1 показано распределение приземной концентрации в двухметровом слое от организованного точечного источника выброса. По мере удаления от трубы в направлении распространения приземная концентрация быстро растёт до максимальной величины и затем по мере отдаления от трубы медленно убывает.

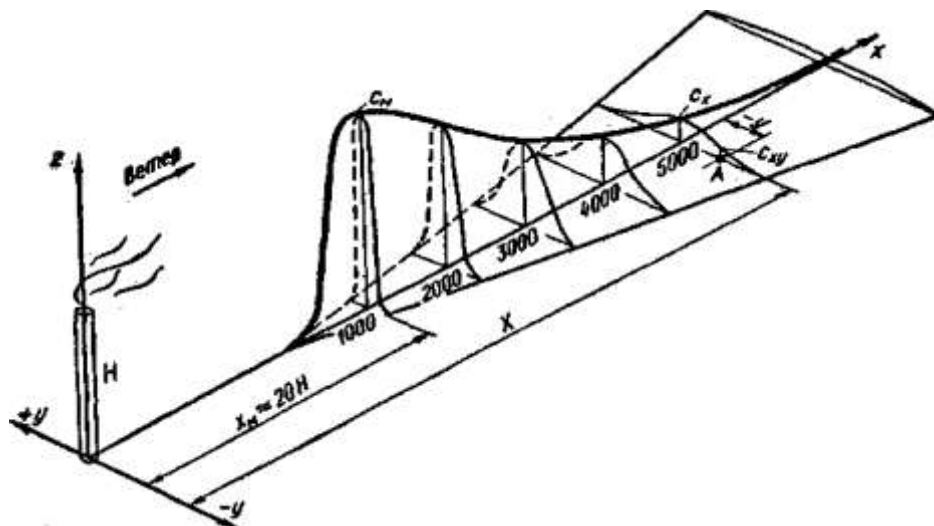


Рис. 1.

Аксонметрическая схема приземной концентрации и точечного источника

При выбросах через высокие трубы в условиях безветрия рассеивание вредных веществ происходит, в основном, под действием вертикальных потоков, обусловленных более высокой температурой выбрасываемой газовой смеси, чем температура окружающего воздуха. Наличие ветра усиливает разбавляющую роль атмосферы, что обеспечивает более низкие приземные концентрации вредных веществ. Повышение эффективности рассеивания вредных веществ в атмосфере пропорционально скорости ветра. Одновременно с увеличением скорости ветра происходит уменьшение высоты факела выброса над устьем трубы. Указанное фиксируется значением опасной скорости ветра, при которой приземные концентрации имеют максимальное значение.

Классификация источников выбросов

В соответствии с существующими рекомендациями источники выбросов вредных веществ классифицируются по ряду признаков.

В зависимости от системы, из которой происходит выброс в атмосферу вредных веществ, они могут быть *технологические* и *вентиляционные*. К **технологическим** относятся, например, утечки через

неплотности, выбросы при продувке, хвостовые технологические выбросы и т.п. **Вентиляционные выбросы** - это выбросы систем естественной и механической общеобменной или местной вытяжной вентиляции.

В зависимости от расположения и организации выбросов источники загрязнения подразделяют на **точечные, линейные, площадные, одиночные и групповые** (группа источников), **организованные и неорганизованные**.

Точечные источники - это такие источники, когда удаляемые вредные вещества сосредоточены в одном месте. Например, выбросные трубы, шахты, крышные вентиляторы и другие подобные устройства.

Линейные источники - имеют значительную протяжённость. К ним относятся, например, аэрационные фонари, открытые фрамуги или окна, близко расположенные выбросные трубы или крышные вентиляторы.

Площадные источники - это рассредоточенные на обширной территории источники неорганизованного выброса или группа однотипных источников организованного выброса. Например, резервуарные парки предприятий, отвалы, совокупность мелких вентиляционных источников, бытовых котельных.

Организованные выбросы - это выбросы, отводимые от источников выделения вредных веществ (станок, аппарат и т.п.) системой воздухопроводов.

Неорганизованные выбросы - выбросы, возникающие за счёт негерметичности, отсутствия системы газоотвода и т.п.

В зависимости от высоты устья источников выброса над уровнем земной поверхности они могут быть четырёх классов: **высокие источники** (высота выброса - 50 и более метров), **источники средней высоты** (высота - 10 ... 50 м), **низкие источники** (высота - 2 ... 10 м), **наземные** (высота до 2 м).

Высокие или незатенённые источники свободно расположены в недеформированном потоке ветра. К ним относятся высокие трубы, а также другие точечные источники с высотой выброса, превышающей 2.5 высоты здания.

Низкие или затенённые источники расположены в зоне подпора или аэродинамической тени, образующихся на здании или за ним при обдувании их ветром.

По температуре выбрасываемой газовой воздушной смеси выбросы подразделяются на **нагретые и холодные**, когда разность температур газовой воздушной смеси и окружающего воздуха приближённо равна нулю.

По режиму работы выбросы могут быть **постоянно действующие, периодические, кратковременные**.

По степени централизации - **централизованные** (загрязнённый воздух выбрасывается через одну трубу) и **децентрализованные** (воздух выбрасывается от каждого источника выделения вредных веществ).

Принцип расчета приземных концентраций вредных веществ

Основным документом, регламентирующим расчёты рассеивания выбросов предприятий и определения приземных концентраций вредных веществ, является "Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86".

В основу методики положены следующие основные условия:

1. Для определения загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами вредных веществ рассчитывают максимальную концентрацию по каждому веществу и для всех источников в расчётной точке (на промышленной площадке или в жилом районе), которая соответствует наиболее неблагоприятным метеорологическим условиям (скорость ветра имеет опасное значение и наблюдается интенсивный вертикальный турбулентный обмен).

2. Наибольшая допустимая концентрация каждого вредного вещества в расчётной точке C (мг/м³) определяется:

в расчётной точке на промышленной площадке в местах организованного и неорганизованного воздухозабора системами вентиляции по формуле

$$C < 0,3 \text{ПДК}_{\text{рз}},$$

где $\text{ПДК}_{\text{рз}}$ - предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³ (табл. 2.1); в населённых пунктах по формуле

$$C < \text{ПДК}_{\text{нм}},$$

где $\text{ПДК}_{\text{нм}}$ - предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосфере населённых мест, мг/м (табл. 2.1);

на территории охранных зон с повышенными требованиями к охране атмосферы (курорты, санатории и т.п.) по формуле

$$C < 0,8 \text{ПДК}_{\text{нм}},$$

Для веществ с установленной $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ и $\text{ПДК}_{\text{сс}}$ в качестве $\text{ПДК}_{\text{нм}}$ принимается значение $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ для населённых мест.

Если для вредного вещества установлена только $C_{\text{сс}}$, то в качестве C принимается значение концентрации C , удовлетворяющей условию

$$0,1C < \text{ПДК}_{\text{сс}}.$$

При наличии в атмосфере вредных веществ однонаправленного действия (см. раздел 2.1) их безразмерная концентрация (q) не должна превышать 1, т.е.

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ - расчётные концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же расчётной точке; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ - соответствующие предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населённых мест.

3. Расчётами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20-30-минутному интервалу осреднения. Значения приземных концентраций, рассчитанные по приведённым ниже методам, относятся к установившимся условиям распространения примесей над ровной или слабопересечённой местностью от стационарных источников.

4. Приземная концентрация в расчётной точке при наличии нескольких источников определяется как сумма концентраций по каждому веществу от отдельных источников.

Расчёт загрязнения атмосферы выбросами одиночного точечного источника

Нижеприведённая методика расчёта приземных концентраций отвечает случаю выбросов из источников без учёта влияния застройки на рассеивание вредных веществ в атмосфере.

Необходимые расчёты с учётом перегрева газовой смеси, выходящей из устья источника выброса, выполняются следующим образом.

а. Нагретые выбросы

1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m (мг/м^3) при выбросе газовой смеси из одиночного источника с круглым, прямоугольным или квадратным устьем на расстоянии X_m (м) от источника определяется по формуле

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 (V_1 \Delta T)^{1/3}},$$

где A - коэффициент, зависящий от температурного градиента атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредностей; M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с; F - безразмерный коэффициент, учитывающий

скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m , n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние местности на рассеивание; H - высота источника выброса, м; V_1 - расход газовой смеси через устье источника выброса, м³/с; ΔT - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего воздуха, °С.

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250 - для районов Средней Азии южнее 40° с.ш., Бурятии и Читинской области;

б) 200 - для Европейской территории: для районов южнее 50° с.ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа; для Азиатской территории: для Дальнего Востока и остальной территории Сибири;

в) 180 - для Европейской территории и Урала от 50 до 52° с.ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;

г) 160 - для Европейской территории и Урала севернее 52 с.ш. (за исключением Центра ЕТС);

д) 140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Примечание. Для других территорий значения коэффициента A должны приниматься соответствующими значениям коэффициента A для районов РФ со сходными климатическими условиями турбулентного обмена.

Значения мощности выброса M (г/с) принимают в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами, проектными данными или определяют расчётом по формуле

$$M = C_1 V_1$$

где C_1 - концентрация вредного вещества в газовой смеси, г/м³; V_1 - расход газовой смеси, м³/с.

Расчёт значений M (г/с) может производиться при выполнении практических работ в соответствии с требованиями методик раздела 1.

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых равна нулю) - 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п. а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2.5; менее 75 % и при отсутствии очистки - 3. Высота источника выброса H (м) принимается равной фактической или проектной высоте, а для наземных источников при расчёте - 2м.

Расход газовой смеси V_1 принимается по данным фактических замеров или в соответствии с действующими для данного производства

нормативами, а в случае необходимости использования промежуточных параметров рассчитывается по формулам

для источников выбросов с круглым устьем

$$V_1 = \frac{\pi D^2 W_0}{4},$$

для источников выбросов с прямоугольным устьем

$$V_1 = \frac{\pi D_y^2 W_0}{4},$$

где D - диаметр устья источника выброса, м ; w_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с; $D_y = 2lb/l+b$ - эквивалентный диаметр устья, м; l, b- соответственно длина и ширина устья, м; V_1 - эквивалентный расход газовой смеси через устье, м³/с.

Для источников с квадратным устьем ($l=b$) значение $D_y = l(b)$.

Величина ΔT принимается по значениям температуры окружающего атмосферного воздуха (T_v , °C), равной средней максимальной температуре наружного воздуха самого жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, и температуры газовой смеси (T_r , °C), принимаемой в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами.

Расчетные значения температур наружного воздуха для ряда населенных мест приведены ниже:

	Летняя	Зимняя
Алапаевск	23,3	-22
Барнаул	26,3	-18
Белгород	25,1	-20
Волгоград	30,6	-13
Горький	23,1	-16
Гурьев	31,5	-12
Кемерово	24,5	-24
Комсомольск-на-Амуре	24,9	-27
Красноярск	24,7	-23
Ленинград	22,1	-11
Липецк	25,9	-15
Магнитогорск	24,7	-22
Москва	23,7	-15
Нижний Тагил	22,2	-21
Новосибирск	24,6	-24
Орел	24,8	-13
Свердловск	22,9	-20
Свободный	26,6	-31
Таганрог	28,7	-9
Тайшет	25,0	-25

Тула	24,2	-14
Челябинск	23,6	-21
Череповец	22,5	-16
Якутск	25,2	-45

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите основные теоретические положения и методику выполнения расчета.
2. Получите задание и исходные данные для выполнения расчетов.
3. Ознакомьтесь с методикой расчета максимальной приземной концентрации вредных веществ при выбросе газовойздушной смеси из одиночного точечного источника выброса с круглым устьем.
4. Рассчитать максимальную приземную концентрацию вредного вещества, опасную скорость ветра и расстояние от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях имеет максимальное значение.
5. Рассчитать значение приземной концентрации вредного вещества при опасной скорости по оси факела выброса на расстояниях 5Н, 10Н, 20Н, 30Н, 30Н (где Н - высота источника выброса в м). Расчет выполняется для одного из вредных веществ выброса.
6. На основании расчетных данных построить график распределения концентрации вредного вещества по оси факела в координатах С (мг/м³), Х (м).
7. Отчет должен содержать выводы о минимальных и максимальных расчетных значений концентраций вредных веществ и соответствующих им расстояний.

Практическая работа №16

Биотестирование загрязнения воды с помощью водных растений

Цель работы: Освоить методику биотестирования сточных вод по ростовым реакциям элодеи канадской

Теоретические положения

Методы биотестирования основаны на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве окружающей среды. По своей сути биотестирование – это экологическая диагностика состояния биоты, выполненная в условиях биологического моделирования. Всякое моделирование это перенос знаний с простой системы (смоделированной экосистемы в лабораторном эксперименте) на более сложную (экосистему в реальных условиях). Насколько это достоверно будет зависеть от выбора

тест-организмов и от метрологических характеристик и статистической обработки данных.

Биотестирование в своем развитии прошло несколько этапов:

1 этап. История становления технологий экологической диагностики - методов биотестирования началась в средние века с использования канареек для индикации появления рудничного газа в горных выработках. Поведение птицы или ее гибель оповещало шахтеров о грозящей им опасности.

2 этап. Биотестирование как способ оценки качества воды вошло в практику в начале XX в., когда для токсикологической характеристики использовали «рыбную пробу». Первые биотесты на дафниях и циклопах были выполнены в 1918 году. В дальнейшем основным тест-объектом длительное время служила *Daphnia magna*.

3 этап. Биотестирование как способ оценки качества воды вошло в практику в начале XX в., когда для токсикологической характеристики использовали «рыбную пробу». Первые биотесты на дафниях и циклопах были выполнены в 1918 году. В дальнейшем основным тест-объектом длительное время служила *Daphnia magna*.

4 этап. С 1980 г. началось бурное развитие и внедрение методов биотестирования как показателя оперативной интегральной диагностики качества воды, методики апробировали и рекомендовали для определения токсичности природных и сточных вод.

В 1990 г. Госкомитетом СССР по охране природы подготовлены и утверждены «Методическое руководство по биотестированию вод (РД 118-02-90)», а затем были подготовлены и утверждены методики с использованием в качестве тест-объектов инфузорий и ракообразных (ПНДФ Т 14.1:2:3:4.2-98, ПНДФ Т 14.1:2:3:4.3-99, ПНДФ Т 14.1:2:3:4-99,) и для определения токсичности вод, почв и донных отложений – метод биотестирования по ферментативной активности бактерий (ПНДФ Т 14.1:2:3:4.1-96, ПНДФ Т 16.2:2:3:1.2.-96). ПНДФ Т – федеральный природоохранный нормативный документ, регламентирующий токсикологические методы контроля.

В качестве критериев токсичности используются:

-При использовании бактерий регистрируется интенсивность размножения клеток, биолюминисценции,

-активность окислительных ферментов бактерий активного ила. В биотесте с использованием плесневых грибов и актиномицетов регистрируется ростовая реакция тест-объектов.

-В биотестах на водорослях используются различные реакции: интенсивность размножения клеток, уровень медленной люминесценции, иммобилизация клеток и зооспор, биоэлектрическая реакция, плазмолиз, фотосинтетическая активность клеток, способность клеток к дифференциальному окрашиванию.

-В методах с использованием простейших регистрируется интенсивность размножения, двигательная активность и морфологические изменения.

-В биотестах на дафниях учитываются выживаемость, плодовитость, сукцинатдегидрогеназная активность, интенсивность дыхания и сердцебиения.

В настоящее время существует государственный реестр методов биотестирования, применяемых для целей производственного экологического контроля качества вод, почв и промышленных отходов, включающий:

- ♦ 1.Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний (*Daphnia magna*) ФР.1.39.2001.00283. В методике оценивают смертность 50% дафний за 96 часов (острая токсичность). Достоверное снижение плодовитости за 24 суток в сравнении с контролем (хроническая токсичность).
 - ♦ 2.Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) ФР.1.39.2001.00282. В методике оценивают смертность 50% дафний за 48 часов (острая токсичность). Достоверное снижение плодовитости за 7 суток в сравнении с контролем (хроническая токсичность).
 - ♦ 3.Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей (*Scenedesmus quadricauda*). ФР.1.39.2001.00284. В методике оценивают изменение численности клеток водорослей за 96 часов экспозиции (острая токсичность) и изменение численности водорослей за 14 суток (хроническая токсичность). Изменение интенсивности свечения.
 - ♦ 4. Определение токсичности воды, почвы по хемотаксической реакции инфузорий (*Paramecium caudatum*). Оценивается хемотаксическая реакция
- Основными нормативно-правовыми документами для биотестирования являются:
- ♦ МУ 2.1.4.1057-01 Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды
 - ♦ ПНД Ф 12.1;2;2.2;2.3.2-03 Отбор проб почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод
 - ♦ ПНД Ф СБ 14.1.92-96 Методы санитарно-биологического контроля. Методическое руководство по гидробиологическому контролю нитчатых микроорганизмов активного ила
 - ♦ ПНД Ф Т 14.1;2;3;4.1-96, 16.2;2.2.1-96 Токсикологические методы контроля. Методика определения токсичности вод, почв и донных отложений по активности бактерий

- ♦ Р 52.24.695-2007 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений водных экосистем по коэффициенту регенерации популяции
- ♦ ФР 1.39.2007.03221 Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости цериодафний
- ♦ ФР 1.39.2007.03222 Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний
- ♦ ФР 1.39.2007.03223 Биологические методы контроля. Методика определения токсичности вод по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток **водорослей**

В нормативно-технических документах (" Правила охраны поверхностных вод", ГОСТ 17.0.004-90, РД 118-02-90 "Методическое руководство по биотестированию воды" и др.) биотестирование утверждено в качестве обязательного элемента системы контроля водоотведения. Введено нормативное требование к качеству сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, которое основано на интегральном показателе - "токсичность воды"- сточная вода на сбросе в водный объект не должна оказывать острое токсичное действие на тест-объекты. Тест-объект - это организм, по степени влияния на который судят о токсичности водной среды. Сточная вода на сбросе в водный объект не должна оказывать острого токсичного действия на тест-объекты. Критерием острого токсичного действия на тест-объекты является гибель в ней ≥ 50 и более процентов тест-объектов по сравнению с контролем за установленное время.

Порядок выполнения работы

1. По заданию преподавателя в близлежащем водоеме соберите водное растение элодею канадскую.
2. Отберите пробу сточной воды из очистных сооружений.
3. Для определения степени острого токсичного действия сточной воды на сбросе в водный объект проводят кратковременное биотестирование пробы воды либо ее разбавлений в течение 24 часов или хроническое в течение 7 суток при использовании ростовой реакции высшего водного растения - элодеи канадской. Находят кратность разбавления исходной сточной воды, при которой устраняется острое токсичное действие на тест-объект, т.е. наблюдается 100% прирост растений аналогично приросту в контроле.
4. В отдельные стаканы приливают одинаковые пробы неразбавленной сточной воды, сточной воды, разбавленной водопроводной водой в соотношении 1:2, 1:5, 1:10, 1:100, водопроводной воды и помещают в них по 5 штук отрезков элодеи канадской длиной 5 см, измеренных линейкой с

точностью до 1мм. Пробы оставляют на сутки или 7 суток (до следующего занятия). По окончании экспозиции измеряют длину побегов, результаты заносят в таблицу и выполняют необходимые расчеты.

Исследование прироста элодеи канадской

Разведение	$L_0, \text{СМ}$	$L_i, \text{СМ}$	$AL = L_0 - L_i$	Прирост растений $T, \% = \frac{\Delta L}{L_{\text{водопров.}}}$
0				
1:2				
1:5				
1:10				
1:100				
водо- провод- ная вода				

5. При биотестировании могут быть получены следующие результаты:

а. В сточной воде без разбавления тест-объект за установленное время дает прирост растений аналогичный контролю - водопроводной воде. В этом случае сточная вода не оказывает острого токсического действия и соответствует нормативному требованию согласно РД 118-02-90.

б. В сточной воде без разбавления не наблюдается прирост 50% и более тест-объектов, т.е. она оказывает острое токсичное действие. В этом случае требуется установить степень токсичности сточной воды, которая соответствует кратности ее разбавления, устраняющей острое токсичное действие, т.е. такую, при которой 100% тест-объектов имеют прирост, соответствующий контролю.

Для определения этой величины постройте график в координатах по оси абсцисс логарифмы величины кратности разбавления сточной воды (соответственно 0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4), а по оси ординат - среднее арифметическое значение прироста элодеи в % контролю. Полученные точки соединяют прямой. От точки на оси ординат, соответствующей 100%- ному приросту проводят линию параллельно оси абсцисс. Из точки пересечения опускают перпендикуляр на ось абсцисс и находят логарифмы величины кратности разбавления, которые будут соответствовать ЛКр₀.

6. Подготовьте отчет, содержащий сущность методик анализа, таблицы с результатами исследований, необходимые расчеты, графики, анализ результатов, выводы.

Практическая работа №17

Оценка защитных свойств специальной одежды от пониженных температур (переохлаждение)

Цель работы: *Ознакомиться со средствами индивидуальной защиты от пониженных температур и научиться рассчитывать гигиенические и эксплуатационные свойства одежды в разных климатических зонах.*

Теоретические сведения

Перегревание или переохлаждение организма часто возникает в случаях нахождения людей на открытом воздухе при наличии ветра, повышенной влажности, повышенных физических нагрузках или их отсутствии и пр. Оно обусловлено несоответствием теплоизолирующих свойств одежды метеорологическим условиям. Физиологическая норма реакции позволяет организму адаптироваться к охлаждающей или нагревающей температуре воздуха, микроклимату, однако его возможности ограничены. Возникающее перегревание или переохлаждение, даже если оно не опасно для жизни человека, всегда значительно снижает его трудоспособность.

Для защиты от воздействия неблагоприятных условий среды обитания человек использует одежду.

Одежда является как бы вторым (после жилища) кольцом защиты от неблагоприятных погодных условий, механических воздействий, укусов насекомых, животных, предохраняет поверхность тела от пылевого и микробного загрязнения, избыточного солнечного облучения, других неблагоприятных факторов бытовой и производственной среды.

Важнейшей физиологической функцией одежды является обеспечение теплового комфорта в разных климатогеографических, бытовых и профессиональных условиях. Одежда позволяет создать пододежный микроклимат с присущей относительной устойчивостью температурно-влажностного режима, газового состава, движения воздуха.

По назначению и характеру использования одежду подразделяют на бытовую, профессиональную (спецодежду), спортивную, военную, больничную, обрядовую и др.

Одежда должна соответствовать следующим основным гигиеническим требованиям.

1. Обеспечивать оптимальный пододежный микроклимат и способствовать тепловому комфорту человека.
2. Не затруднять дыхание, кровообращение и движения человека, не смещать и не сдавливать внутренние органы, опорно-двигательный аппарат.
3. Быть достаточно прочной, легко очищаться от внешних и внутренних загрязнений.

4. Не содержать выделяющихся во внешнюю среду токсических химических примесей, не иметь физических и химических свойств, неблагоприятно влияющих на кожу и организм в целом. Иметь сравнительно небольшую массу (до 8—10 % массы тела человека).

Существуют разнообразные виды специальной одежды, которые в зависимости от назначения и в соответствии с ГОСТ 12.4.103 — 83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация» делятся на 15 групп и 42 подгруппы (табл. 1)

Таблица 1

Классификация специальной одежды ГОСТ 12.4.103 — 83

Наименование группы — защита	Наименование подгруппы — защита	Обозначение
От механических воздействий	От проколов, порезов От истирания	M_{Π} $M_{И}$
От повышенных температур	От повышенных температур, обусловленных климатом От теплового излучения От открытого пламени От искр, брызг, расплавленного металла, окалины От контакта с нагретыми поверхностям ми, °С: 40... 100 100... 400	T_{κ} $T_{\Pi.И}$ T_o T_p $T_{\Pi} \cdot 100$ $T_{\Pi} \cdot 400$
От повышенных температур	> 400 От конвективной теплоты	$T_{\text{в}}$ $T_{\text{т}}$
От пониженных температур	От пониженных температур воздуха От пониженных температур воздуха и от ветра	$T_{\text{н}}$ $T_{\text{Нв}}$
От радиоактивных загрязнений и рентгеновского излучения	От радиоактивных загрязнений От рентгеновского излучения	$P_{\text{з}}$ $P_{\text{и}}$
От электрического тока, электростатических зарядов и полей, электрических и электромагнитных полей	От электростатических зарядов и полей От электрических полей От электромагнитных полей	$\mathcal{E}_{\text{з.п}}$ $\mathcal{E}_{\text{п}}$ $\mathcal{E}_{\text{м}}$

От нетоксичной пыли	От нетоксичной пыли От пыли стекловолокна, асбеста От мелкодисперсной пыли	P_n P_c P_m
От токсичных веществ	От твердых токсичных веществ От жидких токсичных веществ От аэрозолей токсичных веществ	Y_T $Y_{ж}$ Y_a
От воды и растворов нетоксичных веществ	Водонепроницаемая Водоупорная От растворов поверхностно-активных веществ	B_n B_y $B_{п}$
От растворов кислот	От кислот концентрацией (по серной кислоте), %: > 80 от 50 до 80 от 20 до 50 20	K_k K_{80} K_{50} K_{20}
От щелочей	От расплавов щелочей От растворов щелочей концентрацией (по гидроокиси натрия), %: > 20 < 20	$Ш_p$ $Ш_{50}$ $Ш_{20}$
От органических растворителей, в том числе лаков и красок на их основе	От органических растворителей, в том числе лаков и красок на их основе	O
От нефти, нефтепродуктов, масел и жиров	От сырой нефти От продуктов легкой фракции От нефтяных масел и продуктов тяжелых фракций От растительных и животных масел и жиров	H_c $H_{л}$ H_m $H_{ж}$
От общих производственных загрязнений	От общих производственных загрязнений	Z
Вредных биологических факторов	От микроорганизмов От насекомых	B_m B_n

Сигнальная	Сигнальная	С ₀
------------	------------	----------------

Оценка качества специальной одежды основывается на ее классификации по защитным свойствам. В соответствии с ГОСТ 12.4.016 — 83 «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества» показатели качества подразделяются на общие, применяемые для всех классификационных групп, и на специализированные защитные, применяемые для отдельных групп и подгрупп, в зависимости от назначения специальной одежды (табл.2, 3).

Таблица 2

Показатели качества спецодежды

Группы показателей качества	Показатели качества
Физико-механические показатели	Разрывная нагрузка шва, Н
Эргономические показатели: гигиенические физиологические антропометрические	Масса изделия, кг; воздухонепроницаемость, дм ³ /(м·с); жесткость шва, мН; допустимое время непрерывного пользования, с; соответствие специальной защитной одежды размерам человека, баллы
Физико-механические показатели	Разрывная нагрузка шва, Н
Показатели надежности	Срок службы, дни (мес, годы) устойчивость к стирке или химической чистке, баллы
Показатели транспортабельности	Масса упаковочного места, кг; температура, °С; влажность воздуха, %, при транспортировке и хранении
Художественно-эстетические показатели	Силуэт, баллы; внешний вид, баллы; качество отделки, баллы

Таблица 3

Перечень специализированных показателей для спецодежды

Защита	Наименование показателя
От механических воздействий	Сопротивление проколу и порезу

От повышенных температур	Теплопроводность пакета Паропроницаемость » Огнеустойчивость »
От пониженных температур %	Теплопроводность » Паропроницаемость »
От радиоактивных загрязнений	Коэффициент защиты от радиоактивных загрязнений Коэффициент дезактивации Устойчивость к дезактивации
От рентгеновского излучения	Свинцовый эквивалент
От электростатических полей, зарядов	Электрическое сопротивление Коэффициент защиты от электрических воздействий
От электрических полей	Электрическое сопротивление Коэффициент защиты от электрических воздействий
От электромагнитных полей	Коэффициент защиты от электромагнитных воздействий
От пыли	Пылепроницаемость Устойчивость к обеспыливанию
От токсичных веществ	Проницаемость жидких токсичных веществ Сорбционная способность
От воды	Водопроницаемость
От растворов ПАВ	Проницаемость ПАВ
От растворов кислот	Кислотопроницаемость
От щелочей	Щелочепроницаемость
От органических растворителей, в том числе лаков и красок на их основе	Проницаемость органических растворителей Проницаемость лаков и красок
От сырой нефти	Проницаемость нефти
Нефтепродуктов легкой фракции	Проницаемость нефти
Нефтяных масел и нефтепродуктов тяжелых фракций	Проницаемость масел и жиров
От растительных и животных масел и жиров	Проницаемость жидких токсичных веществ
От микроорганизмов	Проницаемость микроорганизмов Устойчивость к стерилизации
От насекомых	Проницаемость насекомых Устойчивость к дезинсекции

Одежда, используемая для защиты, должна обладать теплоизоляционными свойствами, обеспечивающими комфорт. Для каждого климатического района должна использоваться соответствующая спецодежда. Согласно ГОСТ Р 12.4.236-2011 одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования установлены климатические регионы, которые требуют соответствующих типов одежды (табл. 4).

Зоны I – IV, особые характеризуются разными метеорологическими условиями, и соответственно должны использоваться определенные типы спецодежды. Выбор спецодежды проводится на основе расчета основных показателей теплообмена человека.

Расчет основных показателей теплообмена человека.

При соблюдении теплового баланса обеспечивается поддержание температуры тела человека на постоянном уровне.

В этом случае говорят о комфортном самочувствии человека, о комфортных условиях для его жизнедеятельности.

1. Расчет энергозатрат человека.

Основная часть энергии, образованной в организме человека в результате окислительно-восстановительных реакций, переходит в тепловую. Часть ее переходит в механическую.

В состоянии покоя (лежа, стоя, сидя) вся энергия, образующаяся при обмене, $Q_{\text{эт}}$ (энергозатраты), выделяется в виде теплоты $Q_{\text{тп}}$ (теплопродукция) и расходуется на поддержание постоянного уровня температуры тела ($Q_{\text{эт}} = Q_{\text{тп}}$). Для расчетов следует использовать табл. 5 и 6.

При физической работе часть энергии расходуется на выполнение внешней работы, A . В этом случае теплопродукция составляет часть общих энергозатрат и определяется по формуле

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{эт}} - A,$$

Где $A = \eta(Q_{\text{эт}} - Q_0)$, η - термический коэффициент полезного действия; Q_0 - основной обмен - минимальное количество энергии, необходимое для поддержания основных жизненных процессов человека:

Таблица 4.

В, лет.....	5	8	9	10	12	15	20
$Q_0^{\text{м}}, \text{Вт/м}^2$	69,9	65,5	53,3	54,2	50,9	48,6	44,7
$Q_0^{\text{ж}}, \text{Вт/м}^2$	63,4	61,6	56,3	47,2	47,2	42,8	39,7
	25	30	35	40	50	60	70
	48,1	42,3	41,4	41,3	39,3	38,5	37,7
	39,5	39,7	39,0	37,9	37,1	36,6	35,7

Таблица 5

**Энергозатраты человека при разных видах деятельности и отдыха,
ккал/ч на 70 кг массы тела**

Вид деятельности, отдых, сон	Энергозатраты, ккал/ч
<i>В домашней обстановке</i>	
Сон и отдых в постели	65-77
Отдых сидя дома	85-106
Прием пищи сидя	99-112
Личная гигиена, одевание, заправка постели и пр.	102-144
Мытье посуды, утюжка белья	129-144
Шитье, вязанье	95-111
Стирка белья, мытье пола	200-270
Вытирание пыли, подметание пола	167-180
Другие виды домашней работы, физические упражнения	157-290
<i>Передвижение на транспорте, ходьба, отдых на открытом воздухе</i>	
Ходьба:	
со скоростью 3 км/ч	214
по снежной дороге	372-384
очень медленная	140
Стояние вольно	85-414
Беседа стоя	111
Езда:	
в трамвае	112
автобусе	102
автомашине	112
на велосипеде	250-370
верхом на лошади	260
<i>Умственный труд</i>	
Спокойное чтение	90
Учеба, самоподготовка	102-112
Слушание лекций	102-112
Печатание на машинке	114
Работа в лаборатории (практические занятия)	102-112

Таблица 6

Энергозатраты человека при различной физической деятельности

Вид физической деятельности	$Q_{\text{эт}}/S$, Вт/м ²	η	$v_{\text{в}}$, м/с ^{*1}
Покой:			
Лежа	41,0	0	0
Полулежа	47,0	0	0
Сидя	58,0	0	0
Стоя	70,0	0	0
<i>Ходьба по ровной местности</i>			
Скорость, км/ч			
3,2	116,0	0	0,9
4,0	140,0	0	1,1
4,8	151,0	0	1,3
5,6	187,0	0	1,6
6,4	221,0	0	1,8
8,0	338,0	0	2,2
<i>Ходьба по наклонной местности</i>			
Скорость, км/ч			
1,6 } При $\alpha^2 = 5$ град	140,0	0,07	0,6
3,2 }	174,0	0,10	0,9
4,8 }	233,0	0,11	1,3
6,4 }	355,0	0,10	1,8
1,6 } При $\alpha = 15$ град	169,0	0,15	0,4
3,2 }	268,0	0,19	0,9
4,8 }	407,0	0,19	1,3
1,6 } При $\alpha = 25$ град	210,0	0,20	0,4
3,2 }	390,0	0,21	0,9

*¹Подвижность воздуха, вызванная движениями человека.

*²Уклон местности.

Теплопродукция человека может быть определена экспериментально методом непрямой калориметрии по количеству поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа, измеренного путем анализа выдыхаемого воздуха. В этом случае расчет теплопродукции человека включает:

- определение дыхательного коэффициента в зависимости от еды окисляемой в организме пищи: дыхательный коэффициент при окислении углеводов равен 1, белков — 0,85, жиров — 0,7, смешанной пищи — 0,82.
- расчет теплотворной способности окисляемой в организме пищи. Для этого определяют тепловой эквивалент литра поглощенного кислорода по табл. Производят пересчет теплотворной способности пищи на объем кислорода, поглощенного органом за

определенное время. Определяют образование теплоты за весь период работы.

Расчет теплотерь человека

Теплопотери радиацией (излучением) зависят от температуры одежды и окружающих поверхностей, площади этих поверхностей и др.

По уравнению Стефана—Больцмана:

$$Q_{\text{рад}} = \alpha_{\text{рад}} \cdot S_{\text{рад}}(t_1 - t_2),$$

где $\alpha_{\text{рад}}$ - коэффициент теплоотдачи радиацией, Вт/м²·°C); $S_{\text{рад}}$ - площадь поверхности тела, участвующая в радиационном теплообмене, м²; t_1, t_2 — температуры поверхности соответственно тела (одежды) человека и окружающих предметов, °C (табл. 7)

Теплоотдача конвекцией определяется по уравнению Ньютона

$$Q_{\text{конв}} = a_{\text{конв}} \cdot S_{\text{рад}}(t_1 - t_{\text{в}}),$$

где $Q_{\text{конв}}$ - теплоотдача конвекцией, Вт; $a_{\text{конв}}$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/м²·°C); S - площадь поверхности тела, м²; $t_{\text{в}}$ - температура воздуха, °C.

Значение $Q_{\text{конв}}$ зависит от формы тела и скорости движения воздуха. Для практических расчетов этой величины следует использовать табл.8.

Таблица 7

Коэффициент излучения

$Ft_1, ^\circ\text{C}$	$a_{\text{рад}}, \text{ ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин} \cdot ^\circ\text{C}) \text{ при } t_2, ^\circ\text{C}$													
	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70
0	4,0	4,2	4,4	4,6	5,0	5,2	5,8	6,4	6,8	7,2	7,6	7,9	8,3	8,8
10	4,4	4*5	4,8	5,1	5,4	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	9,2
20	4,7	4,9	5,2	5,5	5,8	6,2	6,7	7,1	7,4	7,8	8,3	8,7	9,1	9,6
30	5,1	5,2	5,5	5,9	6,2	6,6	7,1	7,5	7,8	8,2	8,7	8,1	9,5	10,0
40	5,4	5,6	5,9	6,2	6,6	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	9,1	9,6	10,1	10,6

*Примечание** Температуры поверхности: t_1 - тела (одежды); t_2 - окружающих предметов.

Таблица 8

Скорость воздуха и коэффициент теплоотдачи конвекцией

$v_{\text{в}}, \text{ м/с}$	$a_{\text{к}}$		$v_{\text{в}}, \text{ м/с}$	$a_{\text{к}}$	
	ккал/(град · м ²)	Вт/м ²		ккал/(град · м ²)	Вт/м ²
0,0-0,5	9,6	7,0	9,9-12,4	42,5	49,4

0,6-1,7	9,0	10,5	12,5-15,2	50,0	58,1
1,8-3,3	14,3	16,6	15,3-18,2	59,0	68,6
3,4-5,2	20,8	24,2	18,3-21,5	67,8	76,8
					1
5,3-7,4	27,8	32,3	21,6-25,1	78,0	90,7
7,5-9,8	34,9	40,6	25,2-29,0	90,0	104,7

3. Теплоотдача кондукцией (проведением) определяется по закону Фурье. Человек теряет теплоту кондукцией с поверхности подошв, площадь которых составляет 3 % всей поверхности тела. В обычных условиях эти потери теплоты невелики и ими можно пренебречь.

При проектировании специальной одежды для работы в положении сидя, лежа потери теплоты кондукцией могут быть значительными.

4. Потери теплоты за счет испарения имеют большое значение перегревания организма и при выполнении человеком физической работы.

Потери теплоты за счет испарения пота можно определить по формуле Витте:

$$Q_{\text{исп}} = 17,3(\varepsilon_{\text{ф}} - e)(0,5 - \sqrt{v_{\text{в}}}),$$

где $\varepsilon_{\text{ф}}$ - максимально возможное парциальное давление водяного пара при температуре кожи, мм рт. ст.; e — парциальное давление водяного пара в воздухе (абсолютная влажность), мм рт. ст.; $v_{\text{в}}$ — скорость движения воздуха, м/с; $(\varepsilon_{\text{ф}} - e)$ - физиологический дефицит насыщения.

Для определения потери теплоты испарением при определенных условиях окружающей среды пользуются табл. 9.

Интенсивность испарения влаги $I_{\text{исп}}$ можно установить по табл. 10.

Таблица 9

Парциальное давление водяных паров в воздухе

$t, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{в.п.}}$ мм рт. ст. при относительной влажности воздуха, %											
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,7	4,1	4,6
5	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	5,2	5,9	6,5
10	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	7,2	8,2	9,2
12	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	8,3	9,4	10,4
14	3,5	4,1	4,7	5,4	6,0	6,6	7,0	7,6	8,2	9,4	10,8	11,2
16	4,0	4,7	6,4	6,5	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4	10,8	12,9	13,5
18	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,8	10,5	12,0	12,0	15,0
20	5,0	6,0	6,7	7,9	8,3	9,3	10,2	11,0	11,9	13,6	14,6	17,0
22	5,8	6,8	7,3	8,5	9,8	10,8	11,7	12,8	13,8	15,7	17,3	19,6
24	6,7	7,8	8,8	9,9	11,1	12,2	13,4	14,6	15,6	17,8	20,0	22,2
26	7,5	8,7	10,0	11,1	12,2	13,4	15,0	16,2	17,5	20,0	22,0	25,0

28	8,4	9,8	11,0	12,5	14,0	15,4	16,8	18,2	19,6	22,4	-25,2	28,1
30	9,4	11,0	12,6	14,3	15,8	17,4	18,8	20,2	22,0	25	28,4	31,5
32	10,6	12,3	14,2	15,8	17,6	19,4	21,3	23,0	24,7	28,4	31,6	35,3
34	12,3	13,8	15,8	17,8	19,6	21,8	24,6	26,4	28,6	31,6	35,6	39,5
36	13,3	16,5	17,7	20,0	22,1	24,3	26,6	28,9	32,0	35,4	40,0	44,2
38	14,8	17,2	19,7	22,1	24,6	27,1	29,6	32,1	34,4	39,4	44,2	49,3
40	16,4	19,1	22,3	24,9	27,4	30,2	32,9	35,6	38,2	44,6	49,6	54,7
42	18,2	21,2	24,3	27,4	30,4	33,4	36,4	39,4	42,4	48,6	54,8	60,7
44	20,1	23,4	26,9	30,4	33,7	37,1	40,3	43,5	47,0	53,9	60,8	67,4
46	22,4	26,1	29,9	33,6	37,2	41,3	44,8	48,8	52,2	59,8	62,7	74,4
48	24,2	26,8	33,1	37,2	41,3	45,4	49,6	53,6	57,7	66,2	74,4	82,7
50	27,8	32,2	37,0	41,6	46,2	50,8	55,5	60,2	64,5	74,0	83,2	92,5

Таблица 10

Определение возможной интенсивности испарения влаги $I_{\text{исп}}$ с поверхности тела человека ($1,85 \text{ м}^2$) в зависимости от физиологического дефицита насыщения ($\varepsilon_{\text{ф}} - e$) и скорости движения воздуха

$\varepsilon_{\text{ф}} - e$ мл.рт.ст.	$I_{\text{исп}}$, г/мин, при $v_{\text{в}}$ м/с									
	0	0,05	0,10	0,20	0,50	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
10	1,2	1,88	1,92	2,25	2,88	3,60	4,50	5,22	6,00	6,50
11	1,32	1,85	2,11	2,47	3,17	3,96	4,95	5,74	6,60	7,35
12	1,44	2,02	2,30	2,70	3,47	4,32	5,40	6,27	7,20	7,80
13	1,56	2,10	2,50	2,92	3,75	4,68	5,85	6,79	7,80	8,45
14	1,68	2,35	2,69	3,15	4,03	5,04	6,30	7,31	8,40	9,10
15	1,80	2,52	2,88	3,37	4,32	5,40	6,75	7,83	9,00	9,75
16	1,90	2,69	3,08	3,59	4,62	5,76	7,30	8,35	9,60	10,40
17	2,04	2,86	3,27	3,81	4,90	6,12	7,65	8,87	10,20	11,05
18	2,16	3,02	3,45	4,04	5,20	6,50	8,10	9,39	10,80	11,70
19	2,28	3,19	3,67	4,27	5,48	6,84	8,55	9,92	11,40	12,65
20	2,40	3,36	3,84	4,50	5,76	7,20	9,00	10,44	12,00	13,00
21	2,52	3,52	4,03	4,72	6,06	7,58	9,45	10,97	12,60	13,65
22	2,64	3,96	4,22	4,95	6,35	7,82	9,90	11,50	13,20	14,30
23	2,76	3,86	4,42	5,19	6,63	8,30	10,35	12,02	13,80	14,95
24	2,88	4,03	4,61	5,30	6,83	8,76	10,80	12,54	14,40	15,60
25	3,00	4,20	4,80	5,63	7,21	9,00	11,25	13,05	15,00	16,25

Примечание. Удельная теплота парообразования воды 2430 Дж/г (0,538 ккал/г) при 33°C.

Расчет показателей теплового состояния человека. К показателям теплового состояния человека относятся температуры тела, кожи, теплоощущение, тепловой поток, интенсивность потоотделения и др.

Температуру тела, °С, соответствующую комфортным теплоощущениям, при различных энергозатратах можно определить по формуле

$$t_t = 36,61 \pm 0,007 Q_{\text{эт}}/S.$$

Рассчитав температуру тела, необходимо оценить ее уровень (нормальный, повышенный, пониженный).

Температура кожи разных участков тела приведена в табл. 11: Средневзвешенная температура кожи

$$t_{\square} = 0,988 t_{\text{г(л)}} + 0,340 t_{\text{тул}} + 0,134 t_{\text{пл}} + 0,045 t_{\text{к}} + 0,230 t_{\text{бд}} + 0,125 t_{\text{гол}} + 0,0644 t_{\text{ст}}$$

дает представлением его тепловом состоянии.

Комфортное значение средневзвешенной температуры кожи можно определить по формуле:

$$t_{\square \text{комф}} = 36,07 - 0,0354 Q_{\text{эт}}/S.$$

Для определения по $t_{\square \text{с}}$ теплового состояния человека необходимо использовать табл. 12.

Тепловой поток позволяет оценить тепловое состояние. Он измеряется на тех же участках тела, что и температура кожи. Комфортный уровень теплового потока, соответствующий различной физической деятельности человека, определяют по формуле:

$$q = 83,0 + 0,68 (Q_{\text{эт}} - 116),$$

где q - энергозатраты, ккал.

Таблица 11

Температура, °С, кожи человека, оценивающего свои теплоощущения как «Комфортные»

Область тела - обозначение	Без одежды	В комнатной одежде*	В комби-незоне	В зимнем пальто
Голова (лоб) - г(л)	34,9	33,8	34,5	34,8
Туловище - т	33,3	34,2	34,6	34,4
Плечо - пл	34,0	33,8	33,4	32,6
Кисть (тыльная сторона) - к	34,6	33,1	33,6	31,2
Бедро - б	32,0	33,0	33,4	31,4
Голень - гол	33,9	32,2	33,8	29,1
Стопа (тыльная сторона) - ст	33,3	31,0	31,6	27,5

*Включающие белье, сорочку, пиджак, брюки, носки и туфли.

Таблица 12

Средневзвешенная температура кожи, °С, при теплоощущении человека в относительном покое

Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфортно	Прохладно	Холодно	Очень холодно
> 36	35,0±0,6	34,9 ±0,7	33,2 ±1,0	31,1 ±1,0	29,1 ± 1,0	<28,1
—	—	—	34,3 ...32,1	32,3...29,5	29,4...26,4	< 26,4

Для оценки теплоощущений человека необходимо использовать табл.13.

Таблица 13

Средневзвешенная поверхностная плотность теплового потока и теплоощущения

Теплоощущения (время появления)	$q, \text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, при $Q_{\text{эт}}, \text{ккал}$			
	90...100	250...220	350..400	400..500
Комфорт (длительный)	41	100	188	222
Прохладно (спустя час)	77	137	230	282
Холодно (спустя час)	105	154	300	300

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите методики расчетов, выполните расчеты и выбор спецодежды для условий Иркутской, Магаданской областей, Забайкальского края.
2. Данные о расчетах энергозатрат и теплопотерь человека свести в табл. 14,15.

Таблица 14

Энергозатраты и теплопродукция человека

Вид физической деятельности	Энергозатраты Вт/м ²	Термический КПД	Основной обмен Вт/м ²	Теплопродукция	
				Вт/м ²	Вт

Таблица 15

Теплопотери человека

Вид	Величина	
	Вт	%

3. Подготовить отчет, в котором привести все расчеты с принятыми исходными данными, используемыми формулами и расчеты свести в табл. 16.

Таблица 16

Показатели теплового состояния человека

Показатель теплового показателя	Значение показателя	Примечание

4. Сделать выводы на основе сопоставления расчетных значений с литературными данными, сделать вывод об энергопотерях, теплотерях, показателях теплового состояния человека. Выбрать тип спецодежды в соответствии с ГОСТ.

Практическая работа №18

Оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Цель работы: *познакомиться с методикой оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения атмосферы*

Теоретические положения

Укрупненная оценка экономического ущерба

Для оценки эколого-экономического ущерба окружающей среды рекомендован ряд методик. Среди них наибольшее распространение получил укрупненный метод расчета. Укрупненный метод оценки экономического ущерба от загрязнения атмосферы основан на использовании в расчетах удельных величин ущерба на единицу выбросов загрязняющих веществ, приведенной массы выбросов в год и основных факторов, характеризующих вредность выбросов.

Экономическая оценка ущерба Y_a (руб./год), причиняемого выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, для любого источника определяется по формуле:

$$y_a = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M,$$

где γ - константа, численное значение которой равно 2,4 руб. на условную тонну выбросов, руб/ усл. т (в ценах 1984 г.); σ - показатель,

характеризующий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от типа территории; f - коэффициент, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере; M - приведенная масса годового выброса загрязнения из источника, усл. т/год.

Для учета возрастания цен константу γ принимают с коэффициентом инфляции на момент выполнения необходимых расчетов.

Показатель относительной опасности загрязнения атмосферы a приведен ниже.

Территория курортов, заповедников	10
Пригородные зоны отдыха	8
Населенные пункты	8
Территории промышленных предприятий и узлов, включая защитные зоны	4

Коэффициент характера рассеивания примеси в атмосфере f определяется следующим образом:

для газообразных примесей и мелкодисперсных частиц со скоростью оседания менее 1 см/с

$$f = \frac{100}{100 + \phi h} \times \frac{4}{1 + u},$$

Для частиц, оседающих со скоростью 1-20 см/с:

$$f = \left(\frac{100}{100 + \phi h} \right)^2 \times \frac{4}{1 + u},$$

для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с, $f=10$,
где h -геометрическая высота устья источника выброса, м; U - среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с; ϕ -поправка на тепловой объем факела выброса в атмосфере.

Значение поправки ϕ на тепловой объем факела выброса определяется по формуле

$$\phi = 1 + \frac{\Delta T}{75},$$

где ΔT - среднегодовое значение разности температур в устье источника и окружающей среде, °С.

Скорость оседания (витания) частиц при известных диаметрах определяется с помощью номограмм (приложение 1, 2,3).

Если скорость оседания частиц неизвестна, то значение поправки f определяется в зависимости от коэффициента очистки выбросов. При $\eta \geq 90\%$ значение f определяется по формуле для частиц со скоростью оседания менее 1 см/с, если $70\% \leq \eta < 90\%$ - по формуле для частиц со скоростью оседания 1 - 20 см/с, при $70\% < \eta$ -принимается равной 10.

Значение h (м) соответствует геометрической высоте устья источника выброса по отношению к среднему уровню зоны активного загрязнения.

Значение U (м/с) соответствует скорости ветра на уровне флюгера, если его значение неизвестно, то $U=3$ м/с.

Если значение f для разных видов загрязнения (газы, твердые частицы), выбрасываемых одним источником, различны, то общая оценка ущерба суммируется.

Значение приведенной массы M (усл.т/год) годового выброса загрязнения в атмосферу определяется по формуле

$$\dot{i} = \sum_{i=1}^n A_i m_i,$$

где m_i - масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год; A_i - показатель относительной опасности примеси i -го вида, усл.т/т; n - общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу.

Значения A_i (усл.т/т) для некоторых примесей (вредных веществ) приведенных ниже

Диоксид азота	41,1
Азотная кислота	8,3
Аммиак	10,4
Ацетон	2,22
Бенз(а)пирен	$12,6 \cdot 10^5$
Бензин	6,9
Фтористый водород	980
Хлористый водород	15,4
Диоксид кремния	83,2
Медь	275
Марганец и его соединения	7070
Оксид азота	41,1
Золы углей:	
Кузнецких	80
березовских	60

Укрупненная оценка предотвращенного экономического ущерба

Предотвращенный (ликвидированный) экономический ущерб от выброса загрязнений в атмосферу для всякого источника Y'_a (руб/год) можно определить по формуле

$$y'_a = \gamma \sigma f M',$$

где M' - приведенная масса сниженного годового выброса загрязнений в атмосферу, усл. т/год.

Значение составляющих формулы и порядок определения их значений приведен выше.

Платежи за загрязнение

В настоящее время действующим законодательством РФ предусмотрена плата за негативное воздействие на окружающую среду, которая заменила ранее взимавшуюся плату за загрязнение окружающей природной среды. Плата за негативное воздействие на окружающую среду предусмотрена Федеральным законом от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Он устанавливает, что негативное воздействие на окружающую среду является платным. Формы платы за негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с этим Законом, определяются федеральными законами.

К видам негативного воздействия на окружающую среду Федеральный закон "Об охране окружающей среды" относит:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ;
- сбросы загрязняющих и иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- загрязнение недр, почв;
- размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Плательщиками данного платежа являются организации, иностранные юридические и физические лица, осуществляющие любые виды деятельности на территории РФ, связанные с природопользованием. Платежи за загрязнение окружающей среды вносятся, в том числе организациями, осуществляющими деятельность на арендованном оборудовании, являющемся источником загрязнения природной среды. Расчет платежей за размещение отходов должен производиться организацией самостоятельно исходя из объемов загрязнения, связанных с ее деятельностью.

Платежи за негативное воздействие на окружающую среду подлежат уплате до 20-го числа месяца, следующего за отчетным кварталом.

Порядок расчета платы утвержден Постановлением Правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632. Сейчас действуют базовые нормативы только по трем первым видам негативного воздействия на окружающую среду.

В соответствии с п. 6 «Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 28.08.1992г. № 632, в случае отсутствия у природопользователя в установленном порядке оформленного разрешения на выбросы загрязняющих веществ, вся масса загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитная, т.е. с применением 5-и кратного повышающего коэффициента.

Нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.06.2003г. № 344 «О нормативах платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления». Постановлением Правительства Российской Федерации от 0.07.2005г. № 410 были внесены изменения в Постановления Правительства Российской Федерации от 12.06.2003г. № 344.

В 2012 г. при расчетах платы за негативное воздействие на окружающую среду необходимо учитывать коэффициенты индексации (инфляции): 2,05 - для нормативов, установленных в 2003 г.; 1,67 - для нормативов, установленных в 2005 г.

Плата за загрязнение окружающей среды является неналоговым платежом и установлена законом, то есть обязательна для всех независимо от применяемой системы налогообложения (п. 2 ст. 346.11 Налогового кодекса РФ). При упрощенной системе не платятся только конкретные налоги: налог на прибыль, налог на имущество, ЕСН и НДС.

Форма расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду в настоящее время не изменилась, она утверждена приказом Ростехнадзора от 5 апреля 2007 г. 204 "Об утверждении формы Расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы Расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду" (с изменениями от 27 марта 2008 г.).

За выбросы загрязняющих веществ в атмосферу установлено два вида нормативов платы: за допустимые (в пределах установленных лимитов) объемы выбросов загрязняющих веществ; за превышение допустимых (относительно установленных лимитов) объемов выбросов. Размеры платежей предприятия за загрязнение атмосферы определяются как сумма платежей за загрязнение; в размерах, не превышающих установленные ПДВ; в размерах не превышающих установленные ВСВ (в размерах за сверхлимитное загрязнение).

К нормативам платы применяются коэффициенты экологической ситуации и значимости состояния атмосферного воздуха, а также коэффициент индексации платы.

Порядок расчета платы утвержден Постановлением Правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632. Базовые нормативы установлены Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. N 344 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01 июля 2005 г. от № 410).

Индексация платы производится в соответствии с коэффициентом индексации, которые устанавливает правительство. В 2012 г. при расчетах платы необходимо учитывать повышающие коэффициенты: 2,05 - для нормативов, установленных в 2003 г.; 1,67 - для нормативов, установленных в 2005 г. (они были внесены в указанное Постановление N 344 позже - Постановлением Правительства РФ от 1 июля

2005 г. N 410). Такое требование содержит ст. 3 Федерального закона от 30.11.2011 г. N 371 – ФЗ «О федеральном бюджете на 2012 и на плановый период 2013 и 2014 годов

в пределах ПДВ (предельно допустимые выбросы)

$$H_{\phi} = 16,5 \frac{34}{ПДК};$$

в пределах ВСВ (временно согласованные выбросы)

$$H_{\phi} = 79 \frac{34}{ПДК},$$

где ПДК - предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества, мг/м³.

Плата за выброс загрязняющих веществ Π (руб) определяется

$$\Pi = \sum_{i=1}^n H_{\phi} \times M,$$

где i -вид загрязняющего вещества; H_{ϕ} - норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества, руб/т; M - Масса i -го вещества, выбрасываемого в атмосферу, т.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите теоретические положения.
2. Получите задание от преподавателя, исходные данные примите по таблице.
3. Выполните расчет экономического ущерба и плату за негативное воздействие на окружающую среду.
4. Подготовьте отчет

Задания

Номер варианта	Загрязняющие вещества	Приведенная масса газового выброса загрязняющего вещества, т/г
1-5	Зола	20
	Диоксид азота	0,8
	Марганец и его соединения	0,4
6-10	Зола	30
	Диоксид азота	1,6
	Марганец и его соединения	1,0

Дополнительные указания.

1. Общая зона загрязнения составляет 20 км².
2. Величина процентного загрязнения от общей площади 20 км² составляет: населенные пункты – 40%; территории предприятий – 40%; леса – 10%; пригодные зоны отдыха – 10%.
3. Среднегодовая температура воздуха 3,5 °С.
4. Средняя температура выбрасываемого воздуха из источников загрязнения 30 °С
5. Высота труб 12 м.

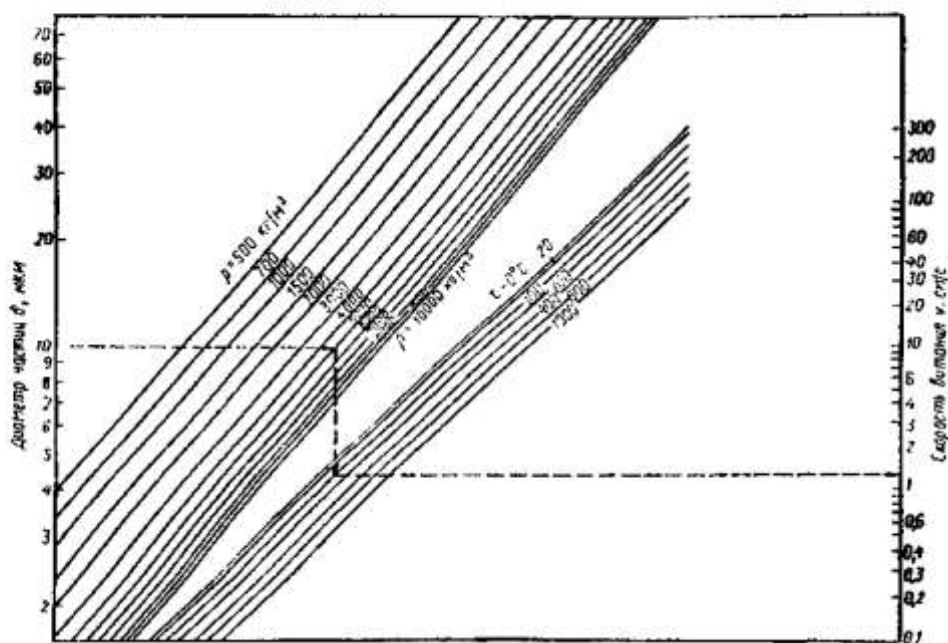
6. Расчетный показатель относительной опасности загрязнения атмосферы

$$D_p = (S_1 D_1 + S_2 D_2 + S_3 D_3 + S_4 D_4) / S,$$

где S - общая площадь зоны загрязнения, км²; $S_1 = S_{к1}$; $S_2 = S_{к2}$; $S_3 = S_{к3}$; $S_4 = S_{к4}$ - площадь загрязнения территории соответственно населенных пунктов, предприятий, лесов, пригородных зон отдыха, км²; $к_1, к_2, к_3, к_4$ - доля загрязнения от общей зоны загрязнения (% /100); D_1, D_2, D_3, D_4 - показатель относительной опасности загрязнения атмосферы соответственно равный для населенных пунктов - 8, территории предприятий - 4, лесов - 0,1, пригородных зон отдыха - 0,1.

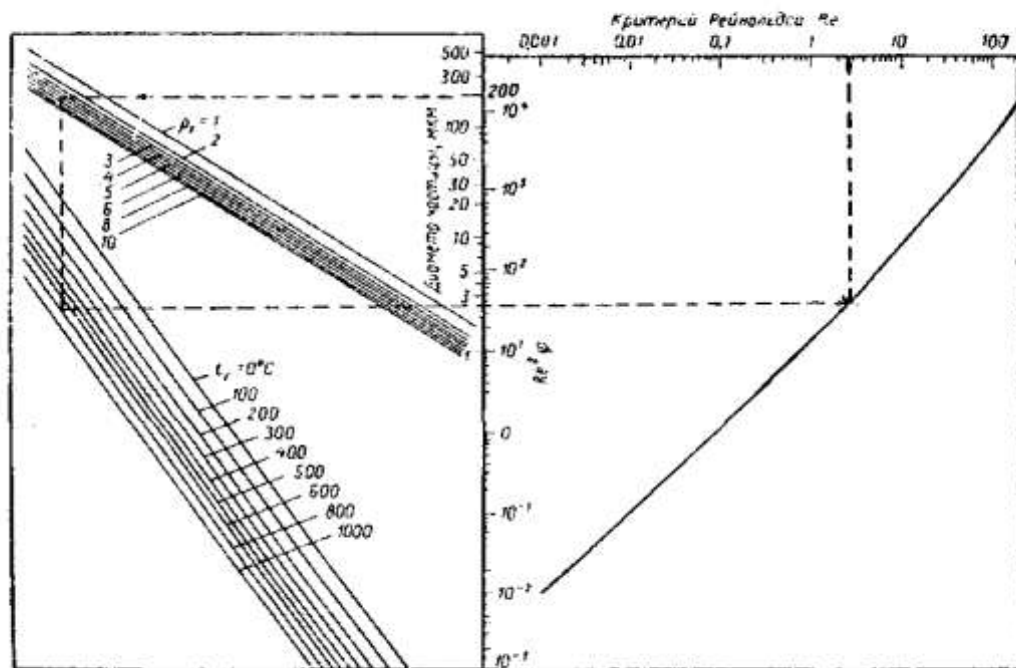
7. Недостающие данные принять самостоятельно.

Приложение 1

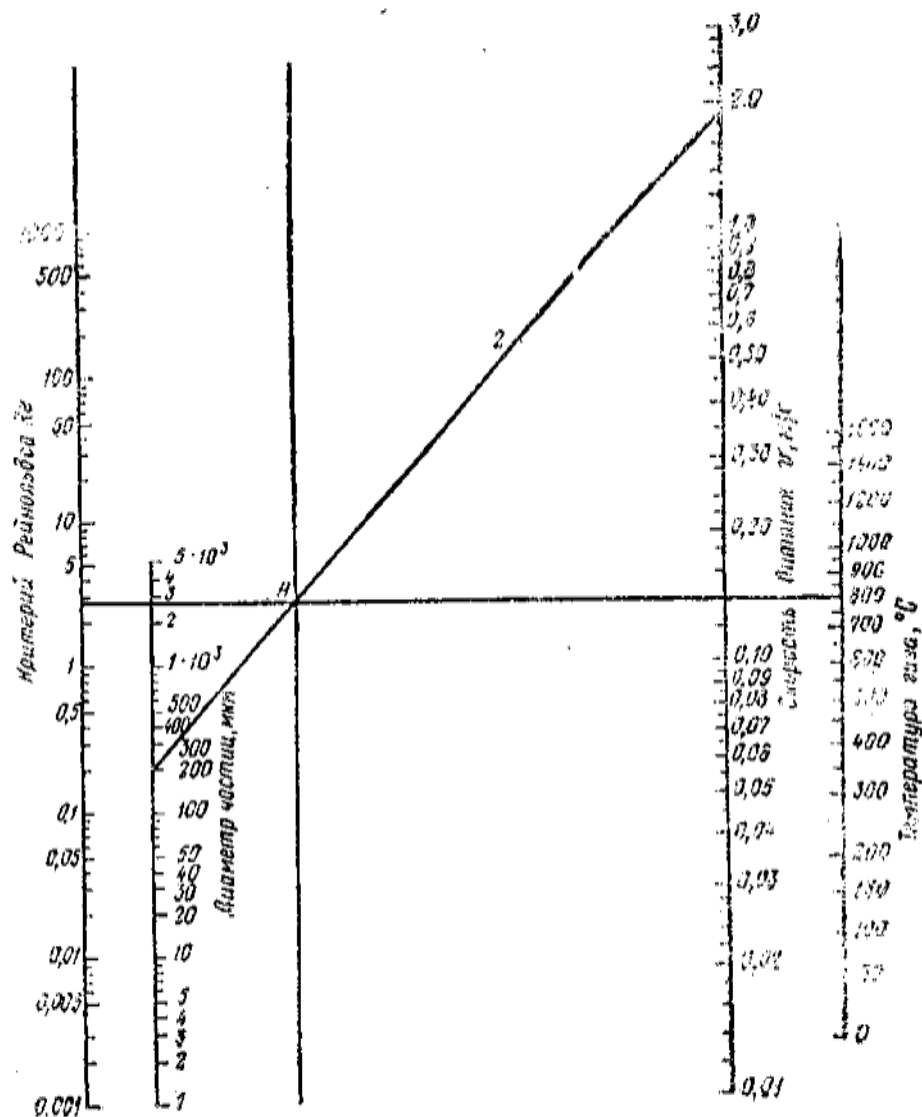


Номограмма для определения скорости витания частиц размером до 60 мкм

Приложение 2



Номограммы для определения критерия Рейнольдса



Номограмма для определения скорости оседания пылевых частиц размером от 1 до 500 мкм

Библиографический список

1. Тимофеева С.С. Ноксология.-Иркутск: Изд-во ИрГТУ.-2012.
2. Белов В.В. Ноксология.-М.: Юрайт-2012.
3. Тимофеева С.С., Волчатова И.В. Экология. Практикум. -Иркутск: Изд-во ИрГТУ.-2008.
4. Тимофеева С.С., Медведева С.А. Природопользование.-Иркутск: Изд-во ИрГТУ.-2010.

Оглавление

Практическая работа 1. Идентификация опасностей и разработка паспорта опасности.....	5
Практическая работа 2. Оценка стрессогенных факторов среды обитания.....	13
Практическая работа 3. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта (по концентрации СО.....	22
Практическая работа № 4. Оценка потенциальной опасности химических веществ.....	27
Практическая работа № 5. Установление ПДК расчетным методом.....	35
Практическая работа № 6. Оценка опасного воздействия метеоусловий на производстве на организм человека.....	42
Практическая работа № 7 Оценка опасностей неправильного питания.....	51
Практическая работа № 8 Оценка неблагоприятных условий жизнедеятельности по сокращению продолжительности жизни.....	56
Практическая работа № 9. Расчет СПЖ населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами.....	80
Практическая работа № 10. Оценка адаптивных возможностей человека по показателю индивидуальной минуты.....	83
Практическая работа № 11. Мониторинг опасностей. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников.....	90
Практическая работа №12. Расчет динамики факторов пожара в помещении.....	95
Практическая работа №13. Определение опасных зон.....	100
Практическая работа №14. Расчет выбросов от передвижных источников.....	103
Практическая работа №15. Расчет рассеивания выбросов в атмосферном воздухе.....	116
Практическая работа №16. Биотестирование загрязнения воды с помощью водных растений.....	125
Практическая работа №17. Оценка защитных свойств специальной одежды от пониженных температур (переохлаждение).....	130
Практическая работа №18. Оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы.....	144