

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Практикум

для специальности

1-19 01 01 «Дизайн» направления специальности

1-19 01 01-01 «Дизайн (объемный)»;

1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственный)»;

1-19 01 01-04 «Дизайн (коммуникативный)»;

1-19 01 01-05 «Дизайн (костюма и тканей)»;

1-19 01 01-06 «Дизайн (виртуальной среды)»

Витебск
2024

УДК 658.382.3 (075.83)

Составители:

А. В. Гречаников, Н. В. Скобова

Одобрено кафедрой «Экология и химические технологии»
УО «ВГТУ», протокол № 10 от 29.02.2024.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 7 от 03.04.2024.

Безопасность жизнедеятельности человека : практикум / сост.
А. В. Гречаников, Н. В. Скобова. – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 84 с.

Практикум составлен с учетом тематики практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн» направления специальности 1-19 01 01-01 «Дизайн (объемный)»; 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственный)»; 1-19 01 01-04 «Дизайн (коммуникативный)»; 1-19 01 01-05 «Дизайн (костюма и тканей)»; 1-19 01 01-06 «Дизайн (виртуальной среды)». В практикуме изложена методика выполнения практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов указанных специальностей.

УДК 658.382.3 (075.83)

© УО «ВГТУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАНЯТИЕ 1	
РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВЫБРОСАХ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	4
ЗАНЯТИЕ 2	
РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД ОТВЕДЕНИЕМ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ	10
ЗАНЯТИЕ 3	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	15
ЗАНЯТИЕ 4	
РАСЧЕТ ПОЛИГОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....	27
ЗАНЯТИЕ 5	
ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВСТРОЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ.....	32
ЗАНЯТИЕ 6	
ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	40
ЗАНЯТИЕ 7	
ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ	48
ЗАНЯТИЕ 8	
ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭМП НА РАБОЧИХ МЕСТАХ.....	60
ЗАНЯТИЕ 9	
РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ.....	67
ЛИТЕРАТУРА	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А. УДЕЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ .	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КАЛОРИЙНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.....	83

ЗАНЯТИЕ 1

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВЫБРОСАХ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Цель работы: освоить навыки расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на основании методики согласно ТКП 17.08–03–2006.

1 Основные сведения

Источниками загрязнения воздушной среды являются топливные испарения из бака, двигателя и трубопроводов, картерные выбросы и отработанных газов (ОГ) автомобилей. Топливные испарения содержат около 200 различных углеводородов и имеют место: при заправке автомобиля (в среднем 1,4 г/л заливаемого топлива); при испарениях из топливного бака пропорционально площади испарения (независимо от того, работает двигатель или нет).

Наибольшее количество веществ поступает в ОС с ОГ – гетерогенной смесью избыточного воздуха, продуктов полного и неполного сгорания топлива и смазочного масла, присадок к ним, конденсации и полимеризации различных веществ и частиц сажи, образующихся по температурному, кислородному и комбинированному механизму в ходе термического синтеза из воздуха. На долю оксидов азота (NO_x), оксида углерода (CO), углеводородов (C_nH_m), кислородсодержащих альдегидов ($RCHO$) и оксидов серы приходится приблизительно 85–90 % общей массы ОГ АТС. Состав, количество и свойства этой сложной, неизученной до конца смеси изменяется в широких пределах и определяется: качеством, сортом, видом и условиями сгорания топлива, масел; типом, конструкцией, качеством регулировки и режимом работы ДВС; моделью, техническими параметрами и степенью изношенности автомобиля; параметрами улично-дорожной сети и др.

Важной особенностью ОГ дизелей является наличие канцерогенных ПАУ (поверхностных ароматических углеводородов) и диоксинов.

Содержащиеся в ОГ загрязняющие вещества по химической структуре, свойствам и характеру воздействия на организм человека можно классифицировать по следующим группам.

2 Выполнение работы

Провести расчет выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта по представленной методике.

Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта основана на техническом кодексе установившейся практики ТКП 17.08-03-2006, который устанавливает правила расчета выбросов загрязняющих веществ в ат-

мосферный воздух механическими транспортными средствами (табл. 1.1) при движении по всем элементам улично-дорожной сети населенных пунктов.

Принятые сокращения: МТС – механические транспортные средства; УДС – улично-дорожная сеть; ОДД – организация дорожного движения;

При расчете выбросов загрязняющих веществ используются три градации МТС:

Градация МТС-1 (табл. 1.2) используется при расчете выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов на основе данных *натурных обследований* транспортного потока.

Градация МТС-2 (табл. 1.3) используется при расчете выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов на основе данных *прогнозируемой транспортной нагрузки*.

Градация МТС-3 (табл. 1.4) используется при расчете выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов *в случае отсутствия данных* о структуре транспортного потока либо при автоматизированном сборе данных при помощи детекторов транспорта.

Для расчетов выбросов загрязняющих веществ используются следующие параметры дорожного движения: объем движения МТС, скорость движения транспортного потока, длина участка УДС, количество остановок транспортного потока, количество задержек транспортного потока. Определение параметров дорожного движения может производиться любым известным натурным или расчетным способом.

Таблица 1.1 – Классификация транспортных средств

Тип транспортного средства	Вид топлива, потребляемого ДВС	Принимаемое для ТКП наименование
Мотоциклы	бензин	М
Легковые автомобили	бензин, газ	ЛБ
	дизельное топливо	ЛД
Грузовые автомобили до 3,5 тонн	бензин, газ	ГАБ
Автобусы до 5 тонн	дизельное топливо	ГАД
Грузовые автомобили св. 3,5 тонн	дизельное топливо	ГД
Автобусы городские и сочленен.	дизельное топливо	АГ
Автобусы междугородные	дизельное топливо	АМ

Таблица 1.2 – Градация МТС-1

Состав транспортных средств	Доля Δm	Расчетная модель в соответствии с таблицей 1.1
Мотоциклы	100 %	М
Легковые автомобили	80 %	ЛБ
	20 %	ЛД
Грузовые автомобили до 3,5 тонн	40 %	ГАБ
	60 %	ГАД
Грузовые автомобили св. 3,5 тонн	100 %	ГД
Автобусы городские и сочлененные	100 %	АГ
Автобусы междугородные и дальнего следования	100 %	АМ
Автобусы до 5 тонн	40 %	ГАБ

	60 %	ГАД
--	------	-----

Таблица 1.3 – Градация МТС-2

Состав транспортных средств	Доля Δm	Расчетная модель в соответствии с таблицей 1.1
Легковые автомобили	1 %	М
	79 %	ЛБ
	20 %	ЛД
Грузовые автомобили	35 %	ГАБ
	55 %	ГАД
	10 %	ГД
Автобусы	40 %	АГ
	25 %	ГАБ
	25 %	ГАД
	10 %	АМ

Таблица 1.4 – Градация МТС-3

Состав транспортных средств	Доля Δm	Расчетная модель в соответствии с таблицей 1.1
Легковые автомобили	1 %	М
	79 %	ЛБ
	20 %	ЛД
Остальные МТС	28 %	ГАБ
	44 %	ГАД
	8 %	ГД
	16 %	АГ
	4 %	АМ

2.1 Определение параметров дорожного движения

Исходные данные представлены в таблице 1.5.

1. Объем движения МТС O_j авт. (автомобилей) определяется как количество МТС j-типа, прошедших заданный участок УДС за расчетный период по результатам натурных обследований, измерений детекторами транспорта, прогноза расчетными моделями и др. с учетом суточной, недельной, сезонной неравномерности либо рассчитывается по формуле

$$O_j = \Delta_m \cdot (\Delta_j \cdot Q \cdot T), \quad (1.1)$$

где Δm – доля МТС данной расчетной модели в соответствии с принятой градацией (табл. 1.2, 1.3, 1.4); Δ_j – доля МТС j-го типа в составе транспортного потока; Q – средняя расчетная интенсивность движения (часовая), авт./ч; T – расчетный фонд времени, ч.

2. Скорость движения V определяется как скорость сообщения соответствующего транспортного потока на всем протяжении участка УДС.

3. Длина участка УДС L определяется по траектории движения соответствующего транспортного потока по геоподоснове, чертежам архитектурно-строительных проектов, проектов ОДД, методами анализа фото- и видеоизображений (фотограммометрии), натурного измерения расстояний и другими спо-

собами, обеспечивающими точность ± 10 метров.

4. Удельное количество остановок S определяется как количество зафиксированных остановок (торможений – разгонов) транспортных средств соответствующего транспортного потока, отнесенное к общему количеству прошедших транспортных средств соответствующего транспортного потока. При определении остановки должны быть привязаны к источникам – причинам остановки (светофорное регулирование, затор, конфликты, стоп-линии, конфликтные точки и зоны и др.) с определением характера и средней скорости движения потока до и после остановки.

5. Удельная задержка D определяется как время нахождения транспортных средств соответствующего транспортного потока в неподвижном состоянии «на холостом ходу», отнесенное к общему количеству прошедших транспортных средств соответствующего транспортного потока. При определении задержки должны быть привязаны к источникам – причинам задержки (светофорное регулирование, затор, конфликты, стоп-линии, конфликтные точки и зоны и др.).

2.2 Правила расчета выбросов загрязняющих веществ

1. Выбросы веществ, г, определяются как сумма выбросов при движении транспортного потока E_i^1 , при остановке (торможении-разгоне) и задержке (работе на холостом ходу) и рассчитываются по формуле:

$$E_i^1 = (E_i^m + E_i^s + E_i^d) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.2)$$

где E_i^m – выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при движении транспортного потока, г, определяемые по формуле (1.3); E_i^s – выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при остановке (торможении – разгоне), г, определяемые по формуле (1.4); E_i^d – выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при задержке движения (работе на холостом ходу), г, определяемые по формуле (1.5); K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий долю в транспортном потоке МТС расчетных моделей ЛБ и ЛД с холодным (не разогретым) двигателем, определяется по таблице А.5 (приложение А); K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий продольный уклон проезжей части, принимаем $K_2 = 1$; K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий состояние покрытия проезжей части (1 – хорошее, 1,05 – удовлетворительное, 1,10 – неудовлетворительное), принимаем $K_3 = 1$.

Таблица 1.5 – Исходные данные для расчета

№ варианта	Продолжительность расчетного периода Т, ч	Дата замера	Интенсивность движения, Q авт./час	Средняя скорость потока, V, км/ч	Соотношение МТС в транспортном потоке, Л/Г/А (доля Δ_j), %	Длина участка, L, км	Среднее кол-во остановок, S, ост/авт.	Время задержки на 1 авто, D, мин/авт.
1	1	31.12	1600	70	70/10/20	5	6	2,4
2	2	02.02	300	60	20/40/40	1	3	1,2
3	3	02.05	1200	60	60/25/15	5	6	2,4
4	8	21.12	800	80	70/20/10	4	5	2
5	2	30.06	500	40	40/30/30	2	3	1,2
6	3	30.07	700	40	70/10/20	4	5	2
7	1	10.08	830	80	20/40/40	4	5	2
8	2	20.09	900	80	60/25/15	4	5	2
9	3	30.04	1000	50	70/20/10	4	6	2,4
10	8	12.11	450	50	40/30/30	4	3	1,2
11	2	24.01	900	60	70/10/20	4	5	2
12	3	15.03	700	60	20/40/40	3	5	2
13	4	25.10	900	40	60/25/15	4	5	2
14	6	17.11	1200	40	70/20/10	5	6	2,4
15	8	28.02	360	70	40/30/30	1	3	1,2
16	1	10.05	680	70	70/10/20	4	5	2
17	3	12.06	920	80	20/40/40	3	5	2
18	6	30.07	1200	80	60/25/15	5	6	2,4
19	8	18.03	1100	60	70/20/10	5	6	2,4
20	4	16.08	750	50	40/30/30	4	5	2
21	1	25.09	850	50	70/15/15	3	4	1,8
22	5	17.05	1220	60	65/15/20	5	5	1,9
23	3	10.10	940	40	55/30/15	4	6	1,7
24	4	12.01	690	70	60/35/5	2	5	2,3
25	2	09.07	730	60	45/40/15	3	6	2,2
26	2	04.08	1320	50	30/55/15	3	4	2
27	5	19.04	1100	40	30/45/25	5	3	1,5

2. Выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при движении транспортного потока E_i^m , г, рассчитываются по формуле:

$$E_i^m = \sum_{j=1}^n q_{ij}^m \cdot L \cdot O_j, \quad (1.3)$$

где q_{ij}^m – удельные выбросы i -го вещества при движении j -го типа МТС в зависимости от скорости движения V , г/авт. км (грамм на один автомобиль на один километр), определяются по таблице А.1 (приложение А); V – скорость транспортного потока, км/ч; L – длина участка УДС, км; O_j – объем движения j -типа МТС, авт.; n – количество типов МТС, определяемое в зависимости от принятой градации в соответствии с таблицей 1.3.

3. Выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при остановке (торможении – разгоне) транспортного потока E_i^s , г, рассчитываются по формуле

$$E_i^s = \sum_{j=1}^n q_{ij}^s \cdot S \cdot K \cdot O_j, \quad (1.4)$$

где q_{ij}^s – удельные выбросы i -го вещества при остановке (торможении – разгоне) j -го типа МТС, г/ост. (грамм на одну остановку), определяются по таблице А.2 (приложение А); S – удельное количество остановок транспортного потока, ост./авт. (остановок на один автомобиль); K – коэффициент коррекции выбросов в зависимости от скорости движения транспортного потока, определяется по таблице А.3 (приложение А);

4. Выбросы i -того вещества в атмосферный воздух при задержке движения (работе на холостом ходу), E_i^d , г, рассчитываются по формуле:

$$E_i^d = \sum_{j=1}^n q_{ij}^d \cdot D \cdot O_j, \quad (1.5)$$

где q_{ij}^d – удельные выбросы i -го вещества при задержке j -го типа МТС, г/мин (грамм в минуту), определяются по таблице А.4 (приложение А); D – удельная задержка транспортного потока, мин/авт. (минут на один автомобиль);

Контрольные вопросы

1. Какие факторы уличного движения влияют на количество выбрасываемых загрязняющих веществ?
2. На какие группы классифицируют загрязняющие вещества, выбрасываемые от автотранспорта?
3. Как влияет на организм человека оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота?
4. Меры по защите от выбросов от автотранспорта.

ЗАНЯТИЕ 2

РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД ОТВЕДЕНИЕМ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ

Цель работы: ознакомиться с методикой нормирования загрязняющих веществ в сточных водах при сбросе их в поверхностные водоемы.

1 Основные сведения

Для объектов, проектирующих или имеющих действующие самостоятельные выпуски сточных вод в водные объекты, устанавливаются нормативы допустимых сбросов (НДС). В городах это чаще всего городские очистные сооружения, которые являются подразделениями местных водоканалов или управлений ЖКХ (водопроводно-канализационное хозяйство – ВКХ).

НДС – максимально допустимая масса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта (ПДК) в контрольном створе.

Контрольный створ – это условное поперечное сечение водного объекта, в котором производят комплекс работ с целью получения данных о показателях качества и концентрациях веществ в воде водного объекта (рис. 2.1).

При сбросе загрязняющих веществ в составе сточных вод в водотоки (реки) контрольный створ устанавливается на расстоянии не далее 500 м ниже по течению от места выпуска сточных вод.

Качество воды водоемов (озера, пруды) должно обеспечиваться в одном километре от места выпуска сточных вод в водоем. Сброс сточных вод в водоемы с меньшим размером не допускается.

НДС рассчитывается как для интегральных показателей загрязненности воды (взвешенные вещества, биохимическое потребление кислорода (БПК) и др.), так и для индивидуальных соединений в г/ч и т/год.

В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых сточных вод (C_{CB}) меньше расчетных допустимых концентраций ($C_{ДС}$), то нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из фактических концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод при условии, что они не превышают проектные значения концентраций.

Если фактические концентрации загрязняющих веществ превышают расчетные допустимые концентрации, то на период выполнения водопользователем мероприятий по снижению сброса Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды могут устанавливать временные нормативы допустимых сбросов с учетом поэтапного достижения НДС.

Основой для расчета НДС является расчет кратности разбавления сточных вод в водоеме. При этом учитываются гидрологические параметры водое-

ма (расход или объем воды в водном объекте, скорость течения, глубина, извилистость, шероховатость дна и др.). Значение НДС зависит также от состава и физических характеристик воды водоема выше выпуска сточных вод (от фоновой концентрации).

Фоновая концентрация – это концентрация загрязняющего вещества, сложившаяся в водном объекте выше от места выпуска сточных вод.

Немаловажное значение имеют расположение выпуска сточных вод, соотношение расходов сточных вод и воды водоема, способность водоема к самоочищению, наличие других объектов, использующих водоем в качестве приемника сточных вод.

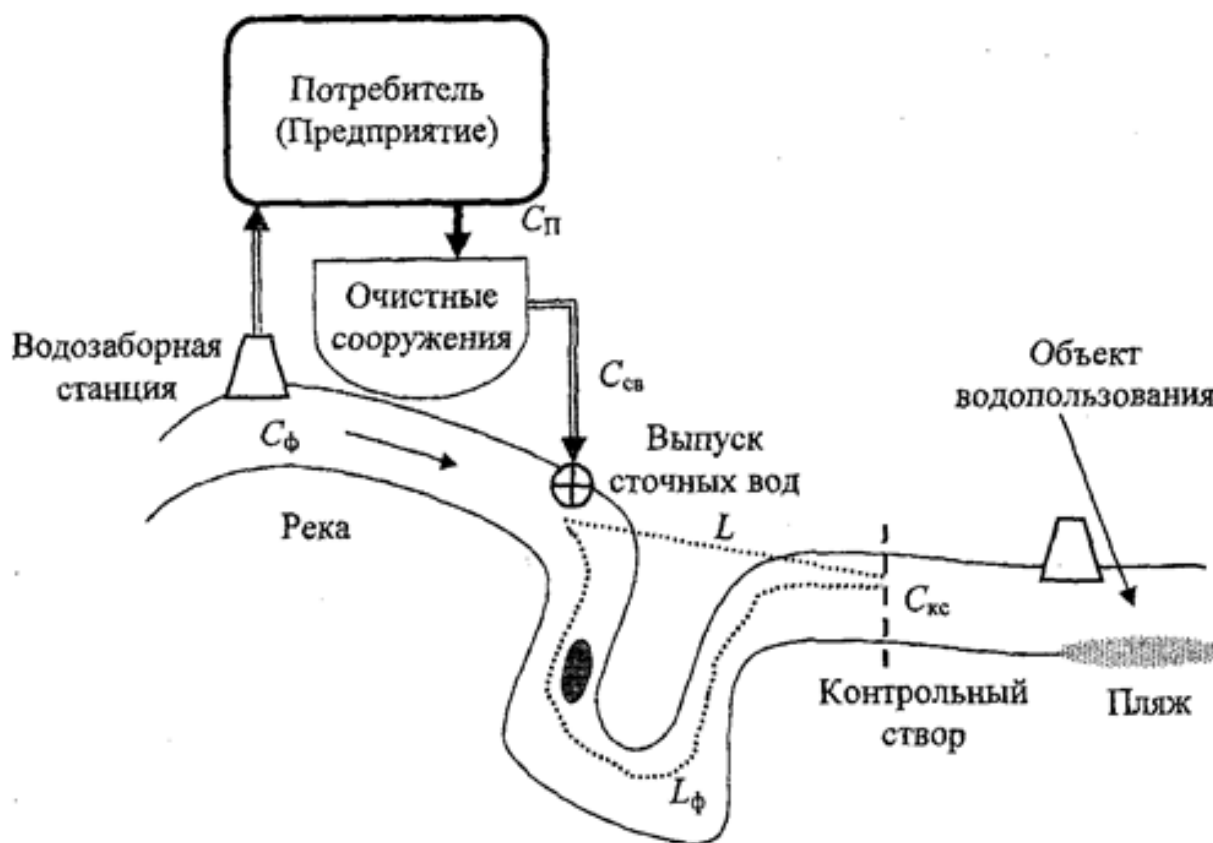


Рисунок 2.1 – Схема выпуска сточных вод в поверхностный водный объект

2 Выполнение работы

Величина нормативов допустимых сбросов i -го загрязняющего вещества в составе отводимых вод в водный объект определяется по формуле:

$$НДС_i = q \cdot C_{ДСi} \quad (2.1)$$

где q – максимальный часовой расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$; $C_{ДС}$ – допустимая кон-

центрация i -го загрязняющего вещества в сбрасываемых сточных водах, мг/дм³.

Максимально допустимая масса i -го загрязняющего вещества в составе сточных вод:

$$M_{\max} = q \cdot C_{\text{дс}i} \cdot 10^{-6} \quad (2.2)$$

Допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах ($C_{\text{дс}i}$, мг/м³) рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{дс}i} = \left[(n-1) \cdot (C_{\text{пдк}i} - C_{\text{ф}i}) \right] + C_{\text{пдк}i} \quad (2.3)$$

где n – кратность разбавления отводимых вод в водотоке, служащем приемником сточных вод; $C_{\text{пдк}i}$ – норматив ПДК i -го вещества в воде рыбохозяйственного водного объекта, мг/дм³; $C_{\text{ф}i}$ – фоновая концентрация i -го вещества в воде водотока выше выпуска сточных вод, мг/дм³.

Кратность разбавления сточных вод в воде водотока при соотношении расхода воды в водотоке и отводимых сточных вод $Q/q = 10/400$ определяется по формуле:

$$n = (q + k_{\text{см}} \cdot Q) / q \quad (2.4)$$

где q – расход отводимых сточных вод, м³/с; $k_{\text{см}}$ – коэффициент смешения сточных вод с водой водотока; Q – расход воды в водотоке, м³/с.

Коэффициент смешения показывает, какая часть речного расхода водотока смешивается с отводимыми водами и зависит от гидравлических условий в водотоке, расстояния от выпуска отводимых вод до контрольного створа, расходов отводимых вод и водотока. При этом в случае если величина отношения расхода водотока к расходу отводимых вод более 400, кратность разбавления определяется при расходе воды в водотоке $Q = q \cdot 400$; а в случае если величина отношения расхода водотока к расходу отводимых вод менее 10, расчет коэффициента кратности разбавления не производится и НДС устанавливаются исходя из значений ПДК.

Коэффициент смешения $k_{\text{см}}$, показывающий, какая часть расхода воды водотока участвует в смешении со сточными водами в максимально загрязненной струе контрольного створа, рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{см}} = \frac{1 - e^{-k_{\text{г}} \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-k_{\text{г}} \cdot \sqrt[3]{L_{\phi}}}} \quad (2.5)$$

где $k_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в водотоке; L_{ϕ} – расстояние от выпуска отводимых сточных вод до контрольного створа по фарватеру водотока, м.

Коэффициент $k_{\text{г}}$, учитывающий гидравлические условия в водотоке рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{г}} = k_{\text{изв}} \cdot k_{\text{вын}} \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} \quad (2.6)$$

где $k_{\text{изв}}$ – коэффициент извилистости, определяемый как отношение расстояния от места выпуска сточных вод в водоток до контрольного створа по фарватеру

водотока (L_{ϕ}) к расстоянию по прямой ($L_{\text{прям}}$); $k_{\text{был}}$ – коэффициент, зависящий от типа выпуска сточных вод (при выпуске у берега $k_{\text{был}} = 1$, при выпуске в стрежень реки $k_{\text{был}} = 1,5$); D – коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$.

Коэффициент турбулентной диффузии (D , $\text{м}^2/\text{с}$) рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{V_{\text{CP}} \cdot H_{\text{CP}}}{200} \quad (2.7)$$

где V_{CP} – средняя скорость течения воды в створе выпуска сточных вод, $\text{м}/\text{с}$; H_{CP} – средняя глубина реки, м .

В случае, если концентрация загрязняющего вещества в сбрасываемых сточных водах (C_{CB}) превышает рассчитанную допустимую концентрацию ($C_{\text{ДС}}$), то определяют требуемую эффективность очистки для веществ, сбрасываемых со сточными водами по формуле:

$$\Xi = \frac{C_{\text{CB}} - C_{\text{ДС}}}{C_{\text{CB}}} \quad (2.8)$$

где C_{CB} – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах перед их подачей на очистные сооружения, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Задание 1. Определить НДС и требуемую степень очистки сточных вод, сбрасываемых в реку.

Расход воды в реке Q , $\text{м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения K_{CP} , $\text{м}/\text{с}$, средняя глубина реки H_{CP} , м . Расстояние от места выпуска до створа по фарватеру L_{ϕ} , км , по прямой $L_{\text{прям}}$, км . Расход сточной воды q , $\text{м}^3/\text{с}$. Исходные данные для решения задачи и характеристика загрязняющих веществ представлены в таблицах 2.1 и 2.2. Выпуск сточных вод осуществляется в стержень реки.

Задание 2. Определить, как изменится НДС, если:

- а) в результате строительства выше по течению реки химического комбината фоновая концентрация увеличилась на 28 %;
- б) в результате проведения мелиоративных работ расход воды в водоприемнике уменьшился на 10 %;
- в) на рассматриваемом предприятии проведена модернизация очистных сооружений, в результате чего концентрация загрязняющих веществ в сточных водах снизилась на 50 %.

Контрольные вопросы

1. Что такое НДС?
2. Что такое фоновая концентрация?
3. От чего зависит кратность разбавления вод?

Таблица 2.1 – Исходные данные

Характеристика	номер варианта												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q , м ³ /с	45	48	52	55	35	38	42	30	65	68	58	70	75
V_{CP} , м/с	0,1	1,15	0,2	0,8	1,05	0,45	0,23	0,25	0,32	0,34	0,38	0,17	0,19
H_{CP} , м	0,9	1,1	1,5	1,4	1,3	1,1	1,05	1,0	1,28	1,4	1,39	1,5	1,44
L_{ϕ} , км	5,0	5,2	5,5	5,9	4,9	5,1	6,2	6,4	6,5	6,8	5,7	5,6	5,3
$L_{прям}$, км	3,0	2,1	2,2	2,3	3,1	4,2	4,3	4,9	3,9	4,9	3,8	4,3	3,5
q , м ³ /с	1,1	1,2	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,25	0,85	0,65	0,75	0,79	0,88
Характеристика	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Q , м ³ /с	49	55	49	56	44	54	34	64	38	48	58	68	70
V_{CP} , м/с	0,28	0,75	1,1	0,65	0,74	0,55	0,34	0,84	0,69	0,73	0,84	0,92	1,1
H_{CP} , м	1,28	1,1	1,3	1,25	1,4	1,55	1,25	1,15	1,3	0,9	1,32	1,24	1,4
L_{ϕ} , км	4,8	4,8	5,1	6,2	5,7	5,4	6,3	6,8	4,8	4,6	4,3	5,5	6,5
$L_{прям}$, км	1,9	3,2	3,6	4,9	4,2	3,5	5,1	4,7	2,2	1,9	1,5	3,8	4,6
q , м ³ /с	0,93	0,75	0,8	0,9	0,75	1,1	1,15	1,2	0,98	0,85	0,76	0,88	0,93

Таблица 2.2 – Характеристика загрязняющих веществ

Веще-ство	вариант													ПДК, мг/дм ³	фоно- вая концен- трация, мг/дм ³
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	концентрация вещества, мг/дм ³														
амми-ак	4				4,6			3,8		15			20	2	0,15
ацетон	2		15		15	0,8		4,5				5		2,2	0
бензол			2	10					3	11,8		13		0,5	0,1
капро-лактам	12	2,0			2	1,5			3,9	5			5	1	0
кобальт	3	0,9		3,8		3,2		2,8				4		0,1	0,05
ксилол		5,0	0,5	5	3,8		5,5		2,2		1,6		4,2	0,05	0,01
медь		0,2			2,5			1,5			4		3,2	1	0,02
молиб-ден	2,4		0,5	3,5		0,9	4,8	5,2		24	0,9	12		0,25	0,03
мышь-як			5,2				1,9		2,1		4,5		5,7	0,05	0,01
никель		0,8				2,6	3,2			3,6	10	5		0,1	0,012
хлоро-фос				0,8			0,8		0,7					0,05	0,0008

ЗАНЯТИЕ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: изучить основные факторы питания современного человека и способы улучшения качества питания.

1 Основные сведения

Основы правильного питания и питательная ценность пищевых продуктов.

Проблема питания, человека актуальна не только в условиях недостатка продуктов, но и при их достатке и даже избытке. Все чаще проявляются такие заболевания, как ожирение, подагра, нарушение минерального обмена в организме, цирроз печени, частые гипervитаминозы, опухолевые заболевания и др. Все эти проявления связаны с переизбытком и с качеством продуктов питания, применением пищевых добавок, трансгенных продуктов, а также продуктов, загрязненных химическими токсикантами.

Пищевая ценность продовольственного сырья и пищевых продуктов – комплекс свойств продовольственного сырья и пищевых продуктов, обеспечивающих физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии.

В условиях покоя и комфортной температуры уровень энергетических затрат взрослого человека составляет *от 1300 до 1900 ккал в сутки*, что соответствует основному обмену. Основной обмен соответствует 1 ккал на 1 кг массы тела в 1 час. Любая физическая или умственная работа требует дополнительных затрат. Энергетический материал дает организму жиры, белки и углеводы: 1 г белков пищи обеспечивает организму 4,1 ккал (17,17 кДж), 1 г жиров – 9,3 ккал (38,8 кДж) и 1 г углеводов – 4,1 ккал (17,17 кДж).

Таким образом, зная химический состав пищи, можно подсчитать калорийность любого продукта или диеты. Калорийность пищевого рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма.

В соответствии с Санитарными нормами и правилами «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180» и постановления от 16 ноября 2015 г. № 111 «О внесении изменений в постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180», суточный рацион здорового человека должен иметь соотношение белков, жиров и углеводов как 1 : 1 : 4.

Многочисленными научными исследованиями и наблюдениями подтверждается, что наиболее полезен для человека такой режим, при котором за завтраком и обедом он получает более 2/3 общего количества калорий суточного

рациона, а за ужином – менее 1/3. При составлении суточного рациона должна учитываться степень двигательной активности человека.

Коэффициент физической активности (КФА) – соотношение между общими энергозатратами на все виды жизнедеятельности и величиной основного обмена. КФА является объективным физиологическим критерием, определяющим адекватное для конкретных групп населения количество энергии.

В основу всех современных концепций питания человека положены нормы энергетической потребности человека (табл. 3.1–3.3) и показатели калорийности продуктов питания (прил. Б).

Согласно Санитарным нормам и правилам трудоспособное население дифференцировано с учетом КФА в зависимости от размеров энерготрат на следующие группы:

I группа – работники преимущественно умственного труда, очень легкая физическая активность. КФА – 1,4 (научные сотрудники, студенты гуманитарных специальностей, программисты, контролеры, педагоги, диспетчеры, операторы пультов управления и др.);

II группа – работники, занятые легким физическим трудом, легкая физическая активность. КФА – 1,6 (водители трамваев, троллейбусов, весовщики, укладчики-упаковщики, швеи, рабочие профессий электронной техники, агрономы, медицинские сестры, санитарки, рабочие связи, бытового обслуживания, продавцы непродовольственных товаров и др.);

III группа – работники средней тяжести физического труда, средняя физическая активность. КФА – 1,9 (слесари, наладчики, настройщики, станочники, бурильщики, водители автобусов, врачи-хирурги, продавцы продовольственных товаров, рабочие профессий производства текстиля, обувщики, рабочие профессий железнодорожного транспорта, водного транспорта, аппаратчики, рабочие доменного производства, химического производства и др.);

IV группа – работники тяжелого физического труда, высокая физическая активность. КФА – 2,2 (рабочие строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ, помощники бурильщиков, проходчики, механизаторы и рабочие растениеводства, животноводства, дояры, овощеводы, рабочие деревообрабатывающего производства, металлургического производства, литейщики и др.);

V группа – работники особо тяжелого физического труда, очень высокая физическая активность. КФА – 2,5 (механизаторы и рабочие растениеводства в посевной и уборочный периоды, вальщики леса, бетонщики, каменщики, землекопы, грузчики немеханизированного груза и др.).

Нормы потребления энергии для различных групп взрослого населения Республики Беларусь представлены в таблицах 3.1–3.3.

Таблица 3.1 – Нормы физиологических потребностей в энергии, белках, жирах, углеводах для мужчин 18–59 лет (в сутки)

Группа	Коэффициент физической активности	Возраст	Энергия, ккал	Белки, г		Жиры, г	Углеводы, г
				всего	животные		
I	1,4	18–29	2450	72	36	81	358
		30–39	2300	68	34	77	335
		40–59	2100	65	33	70	303
II	1,6	18–29	2800	80	40	93	411
		30–39	2650	77	39	88	387
		40–59	2500	72	36	83	366
III	1,9	18–29	3300	94	47	110	484
		30–39	3150	89	45	105	462
		40–59	2950	84	42	98	432
IV	2,2	18–29	3850	108	54	128	566
		30–39	3600	102	51	120	528
		40–59	3400	96	48	113	499
V	2,5	18–29	4200	117	59	154	586
		30–39	3950	111	56	144	550
		40–59	3750	104	52	137	524

Таблица 3.2 – Нормы физиологических потребностей в энергии, белках, жирах, углеводах для женщин 18–59 лет (в сутки)

Группа	Коэффициент физической активности	Возраст	Энергия, ккал	Белки, г		Жиры, г	Углеводы, г
				всего	животные		
I	1,4	18–29	2000	61	31	67	269
		30–39	1900	59	30	63	274
		40–59	1800	58	29	60	257
II	1,6	18–29	2200	66	33	73	318
		30–39	2150	65	33	72	311
		40–59	2100	63	32	70	305
III	1,9	18–29	2600	76	38	87	378
		30–39	2550	74	37	85	372
		40–59	2500	72	36	83	366
IV	2,2	18–29	3050	87	44	102	462
		30–39	2950	84	42	98	432
		40–59	2850	82	41	95	417

Таблица 3.3 – Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для лиц 60 лет и старше (в сутки)

Показатели	60–74 года		75 лет и старше	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Энергия, ккал	2300	1975	1950	1700

Расчет суточной калорийности (СК) для умеренно гипокалорийной (низкокалорийной) диеты можно произвести также по формуле ВОЗ.

Формула ВОЗ

Ежедневный расход калорий рассчитывается:

суточный расход калорий для женщин:

$$18-30 \text{ лет, } СК = (0,0621 \cdot \text{вес в кг} + 2,0357) \cdot 240$$

$$31-60 \text{ лет, } СК = (0,0342 \cdot \text{вес в кг} + 3,5377) \cdot 240$$

$$\text{старше 60 лет, } СК = (0,0377 \cdot \text{вес в кг} + 2,7546) \cdot 240$$

суточный расход калорий для мужчин:

$$18-30 \text{ лет, } СК = (0,0630 \cdot \text{вес в кг} + 2,8957) \cdot 240$$

суточный расход калорий для людей старше 30 лет:

$$31-60 \text{ лет, } СК = (0,0484 \cdot \text{вес в кг} + 3,6534) \cdot 240$$

$$\text{старше 60 лет, } СК = (0,0491 \cdot \text{вес в кг} + 2,4587) \cdot 240$$

Помимо научно-обоснованных физиологических норм потребления энергии для быстрого индивидуального расчета суточной нормы калорий (ЭП) существует немало различных формул. Приведем некоторые из них.

Формула 1. Маффина – Джеора:

$$ЭП = (10 \cdot М) + (6,26 \cdot Р) - (4,92 \cdot Г) + 5 - \text{для мужчин} \quad 3.1$$

$$ЭП = (10 \cdot М) + (6,26 \cdot Р) - (4,92 \cdot Г) - \text{для женщин} \quad 3.2$$

где ЭП – энергетическая потребность в ккал; М – масса тела (кг); Р – рост (см); Г – возраст (годы).

Формула 2. Харриса – Бенедикта, позволяет рассчитать энергетическую потребность (ЭП), с учетом следующих параметров:

$$ЭП = 655,1 + (9,6 \cdot М) + (1,85 \cdot Р) - (4,68 \cdot Г) - \text{для женщин} \quad 3.3$$

$$ЭП = 66,47 + (13,75 \cdot М) + (5 \cdot Р) - (6,74 \cdot Г) - \text{для мужчин.} \quad 3.4$$

Формула 3. Оптимальное количество калорий для поддержания определенного (заданного) веса для конкретного человека можно рассчитать:

$$\text{Количество ккал} = \frac{\text{свой желаемый вес в кг} \cdot 14}{0,453} \quad 3.5$$

Число энергетической потребности – это то количество калорий, которое требуется потреблять ежедневно, чтобы стабильно поддерживать текущий вес тела, т. е. не поправляться, но и не худеть. Если же целью является не поддержание, а снижение веса, то для этого специалисты рекомендуют создавать дефицит калорий, т. е. съедать меньше, чем расходуется, чтобы вынудить организм «добирать» недостаток необходимой энергии из «стратегических жировых запасов».

Жировая ткань – соединительная ткань организма человека. С ростом человека происходит наращивание жировой ткани. Она и является главной противницей в борьбе за идеальное тело. Жировая ткань не только защищает орга-

низм от переохлаждения и механического травмирования, но она является энергетическим депо, в котором хранятся запасы энергии, выполняет эндокринную функцию, синтезирует эстрогены. Именно по этой причине у женщин, увлеченных чрезмерными диетами, велик риск развития аменореи, так как гормонам просто негде синтезироваться. А у мужчин с «пивными животиками», наоборот, начинается повышенная выработка эстрогенов, что может стать причиной нарушения половой функции. Повышенное же содержание жировой ткани особенно опасно, так как ведет к заболеваниям сердечнососудистой системы, сахарному диабету, болезням суставов и другим серьезным заболеваниям.

Для женщин хороший и отличный показатель жира:

в возрасте 20–40 лет составляет от 19 % до 26 %;

в возрасте 40–60 лет – от 23 % до 30 %.

Для мужчин хороший и отличный показатель жира:

в возрасте 20–40 лет составляет от 10 % до 20 %;

в возрасте 40–60 лет – от 19 % до 23%.

Расчет содержания жира в организме можно провести, используя материалы интернет-сайта (ссылка <http://gvinevra.ru/kalkulyator-zhira.html> или <http://gvinevru.ru/kalkulyator-zhira>).

Степень ожирения человека можно определить также по расчетному показателю – индексу массы тела (ИМТ), который определяют:

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{масса тела (в кг)}}{(\text{рост, м})^2}. \quad 3.6$$

Таблица 3.4 – Классификация ожирения по индексу массы тела (ИМТ)

Величина ИМТ	Класс массы тела	Риск сопутствующих заболеваний и смертности по сравнению с популяцией, имеющей нормальную массу тела
Менее 18,5	Дефицит массы тела	Незначительно повышенный риск заболеваемости и смертности
От 18,5 до 24,9	Нормальная масса тела	Средний риск для популяции
Более 25 но менее 29,9	Избыточная масса тела (или предожирение)	Повышен риск развития сахар. диабета и сердечно-сосуд. заболеваний
От 30 до 34,9	Ожирение I степени	Высокий
От 35 до 39,9	Ожирение II степени	Очень высокий
Более 40	Ожирение III степени	Крайне высокий

Калорийность некоторых продуктов питания для расчета энергетической потребности приведена в таблице 3.5.

Гликемический индекс (ГИ) продуктов питания – это показатель, который отражает, с какой скоростью тот или иной продукт расщепляется в организме и преобразуется в глюкозу – главный источник энергии.

Таблица 3.5 – Гликемический индекс (ГИ) некоторых продуктов питания

Продукт	ГИ	Продукт	ГИ
Финики	103	Овсяная каша	49
Тост из белого хлеба	100	Хлеб с отрубями	45
Булочки французские	95	Мороженое, йогурт сладкий	52
Картофель печеный	95	Печенье овсяное, сдобное	55
Попкорн, кукурузные хлопья	85	Киви	50
Хлеб белый	85	Горошек зеленый, свежий (консервированный)	40(48)
Картофельное пюре быстрого приготовления	83	Виноград	40
Картофельные чипсы	80	Сок яблочный, апельсиновый без сахара	40
Крекеры	80	Фасоль белая	40
Мюсли с орехами и изюмом	80	Морковь, курага, инжир, апельсины	35
Арбуз, кабачки, тыква	75	Груша	34
Бублик пшеничный	72	Клубника	32
Пшено	71	Молоко цельное	32
Кока-кола, фанта, спрайт	70	Молоко 2%-ное	30
Кукуруза вареная, картофель вареный	70	Яблоки, персики	30
Шоколад молочный, марс, сникерс (батончики)	70	Сосиски	28
Лепешки пресные	69	Горох, перловка	22
Ананас	66	Вишня, слива, грейпфрут	22
Картофель, вареный «в мундире», хлеб черный, манная крупа, дыня, бананы	65	Шоколад черный (70 % какао)	22
Макароны с сыром	64	Арахис, абрикосы	20
Свекла, изюм, печенье песочное	64	Орехи грецкие	15
Зерна пшеничные, пророщенные, бисквит	63	Капуста, баклажаны, лук, помидоры	10
Оладьи из пшеничной муки	62	Лук, чеснок, грибы	10
Пицца с помидором и сыром	60	Семечки подсолнуха	8

Чем быстрее расщепляется продукт, тем выше его гликемический индекс. За эталон была принята глюкоза, чей гликемический индекс равен 100. Все остальные показатели сравниваются с гликемическим индексом глюкозы. Продукты с низким гликемическим индексом надолго задерживаются в желудке и кишечнике, расщепляясь постепенно и не давая резкого повышения уровня сахара в крови. Благодаря замедленному усвоению, употребление таких продуктов обеспечивает более продолжительное чувство насыщения. Поэтому, желая похудеть, выбирайте продукты с низким гликемическим индексом.

Для составления меню полезной будет информация по весу некоторых штучных продуктов питания или их долевым частям (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Вес некоторых штучных продуктов питания или их части

Продукт	Вес, г	Продукт	Вес, г
Ломтик черного хлеба	30–35	Яйцо куриное, 1 шт.	50
Ломтик батона	20–22	Яйцо перепелиное, 1 шт.	9
Булочка для тостов	20	Яичница на масле	60
Сухарик, сушка	10	Огурец средний	100
Хлебце	2	Помидор диаметром 55мм	75
Блинчики тонкие, 1 шт.	70	Яблоки диаметром 50 мм	90
Зефир, 1 шт.	35	Яблоки диаметром 65 мм	130
Печенье сахарное	13,5	Хурма	85
Печенье затяжное	10	Апельсин диаметром 65 мм	100
Пряник	20	Маслины, 1 шт.	15
Пирожок	50	Консервир. кукуруза, горошек, 2 ст. л.	50
Шпроты, 1 шт.	15	Сметана 10 %, 1 ч. л.	5–15
Сырник	80	Творог 0,5 %, 3 ст. л.	75
Шоколадная конфета	12	Картофель вареный, 1 шт.	80
Твердые сыры, 1 кусочек	30	Колбаса салями, 1 кусочек	20
Грецкий орех	5	Сарделька, 1 шт.	100
Сгущенка, 2 ч. л.	10 мл	Сосиска, 1 шт.	30–50

Качество продуктов питания

Установлено, что в организм современного человека 70–90 % вредных веществ попадает с пищей. Состояние окружающей среды в полной мере отражается на качестве продуктов питания. Загрязняющие вещества передвигаются по трофическим цепочкам, оказывая негативное влияние на здоровье человека, его работоспособность и жизнедеятельность в целом.

Назовем основные источники и факторы загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания.

1. Поступление в продукты питания из окружающей среды токсических веществ, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов.

2. Загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами.

3. Нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, оросительных вод, твердых и жидких отходов промышленности и животноводства, коммунальных и других сточных вод, осадков очистных сооружений.

4. Применение новых нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе, полученных путем химического и микробиологического синтеза.

5. Использование в животноводстве и птицеводстве неразрешенных кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или применение разрешенных добавок в повышенных дозах.

6. Образование в пищевых продуктах эндогенных токсических соединений в процессе теплового воздействия, кипячения, жарения, облучения, при других способах технологической обработки.

7. Миграция в продукты питания токсических веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковок вследствие использования неразрешенных полимерных, резиновых и металлических материалов.

Использование неразрешенных красителей, консервантов, антиокислителей или их применение в повышенных дозах.

Наибольшую опасность по распространенности и токсичности имеют нижеперечисленные загрязнители.

- Тяжелые металлы.

- Токсины микроорганизмов и продукты микробной ферментации относятся к числу наиболее опасных природных загрязнителей.

- Антибиотики – попадают в животноводческую продукцию в результате нарушений их применения в ветеринарной практике. Остаточные количества антибиотиков обнаруживаются в продукции животноводства и птицеводства.

- Пестициды.

- Нитраты, нитриты, нитрозоамины. Проблема нитратов и нитритов связана с нерациональным применением азотных удобрений и пестицидов. По рекомендациям ВОЗ суточная допустимая доза нитратов – 5 мг на 1 кг массы тела человека.

- Диоксины и диоксиноподобные соединения – хлорорганические, особо опасные соединения. Диоксины – самые токсичные из всех рукотворных веществ, они признаны в мире абсолютным ядом, действие которого сильнее цианидов, стрихнина, кураре. Расчетная средняя смертельная доза диоксина для человека при однократном поступлении в организм составляет 70 мкг/кг массы тела (около 0,5 мг на среднего человека весом в 70 кг). Источниками диоксинов являются промышленные организации практически всех отраслей промышленности, где используется хлор, в первую очередь химическая, нефтехимическая, цветная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность. Большое количество диоксинов образуется при производстве пестицидов для сельского хозяйства. Диоксины выделяются при горении мусора, уничтожении хлорсодержащих пластмасс.

- Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – обширный класс химических соединений, основным элементом структуры которых является бензольное кольцо. ПАУ обладают канцерогенной (наиболее известный канцероген – бенз(а)пирен) и мутагенной активностью. ПАУ не производятся промышленностью, образуются в природе путем абиогенных процессов, большая же часть ПАУ поступает в биосферу за счет техногенных источников (сгорание нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака, причем, чем ниже температура окружающей среды, тем больше образуется ПАУ).

- Радионуклиды, которые поступают в продукты питания при выращивании сельскохозяйственных культур в зонах радиоактивного загрязнения.

- Пищевые и биологически активные добавки. В результате человечество встречается с нарушениями обмена веществ, аллергиями и с возникновением новой, неизвестной ранее патологии.

Безопасность продуктов питания – это отсутствие опасности для здоровья человека при обычных условиях их употребления как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие).

Безопасными можно считать продукты питания, не оказывающие вредного, неблагоприятного воздействия на здоровье настоящего и будущих поколений.

В Республике Беларусь основополагающим нормативным правовым актом в области пищевой безопасности является Закон Республики Беларусь от 29 июня 2003 г. № 217-З «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека». Закон регулирует отношения в области обеспечения качества продовольственного сырья и пищевых продуктов и их безопасности для жизни и здоровья человека.

С 1 июля 2010 г. вступили в силу Соглашение таможенного союза по санитарным мерам, принятое решением Межгосударственного Совета Евразийского экономического сообщества (от 1 июля 2010 г. № 152-3 «О ратификации Соглашения таможенного союза по санитарным мерам» и документы о его развитии, утвержденные решением Комиссии Таможенного союза 2010 г. № 299 «О применении санитарных мер в Таможенном союзе».

В Республике Беларусь установлены Санитарные нормы и правила (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52) «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и Гигиенический норматив (ГН) «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» (ГН от 21.06.2013 № 52). Показатели безопасности установлены для 18 групп продуктов.

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в продовольственное сырье и пищевые продукты в процессе производства или торгового оборота продовольственного сырья и пищевых продуктов в целях придания им определенных свойств, сохранения их качества. При наличии пищевой добавки в составе пищевой продукции должно быть указано функциональное (технологическое) назначение (регулятор кислотности, стабилизатор, эмульгатор, другое функциональное (технологическое) назначение) и наименование пищевой добавки, обозначаемое (INS) по Международной цифровой системе или (E) – по Европейской цифровой системе. Пищевые добавки:

1. E100–E199 – красители;
2. E200–E299 – консерванты (бензонаты, сорбаты, нитраты);
3. E300–E399 – антиокислители (E307 – витамин E, E322 – лецитины, E330 – лимонная кислота, E300 – аскорбиновая кислота, E338 – ортофосфорная кислота, соли этих кислот – аскорбаты, цитраты, фосфаты);
4. E400–E499 – стабилизаторы, загустители, эмульгаторы (альгинаты, камеди, соединения целлюлозы);

5. E500–E599 – регуляторы pH (кислотности) и вещества против слеживания (хлориды и сульфаты, соединения щелочных металлов, силикаты);

6. E600–E699 – усилители вкуса и аромата, ароматизаторы (глутаматы натуральные из водорослей и искусственные);

7. E900–E999 – прочие (воски, подсластители, пенообразователи).

Люди, систематически употребляющие продукты *с глутаматом*, существенно чаще страдают от лишнего веса. Большинство продуктов с усилителями гораздо калорийнее домашней еды. Усилители по большей части сделаны из той же смеси растительных и животных жиров и крахмала.

Запрещенные добавки – это добавки, достоверно приносящие вред организму. В списке допущенных к употреблению в Республике Беларусь насчитывается около 1,5 тыс. пищевых добавок, однако в белорусской промышленности применяется не более 50 добавок (в основном природного происхождения).

Ниже приведены пищевые добавки, официально запрещенные в Беларуси для использования при производстве продуктов питания.

Красители: E121 – цитрусовый красный; E123 – красный амарант; E128 – красный 2G, красный амидонафтол.

Консерванты: E240 – формальдегид; эфир парогидроксибензойной кислоты; E217 – натриевая соль пропилового эфира парогидроксибензойной кислоты; E216 – пропиловый эфир параоксибензойной кислоты, проявляет кислотные свойства.

Улучшители муки и хлеба: E924a – бромат калия; E924b – бромат кальция.

Генетически модифицированные продовольственное сырье и пищевые продукты – это продовольственное сырье и пищевые продукты, полученные методами генной инженерии из генно-инженерных организмов или с их использованием.

Растения, животные и микроорганизмы, полученные с помощью генно-инженерной биотехнологии, называются *генетически измененными*, а продукты их переработки – *трансгенными пищевыми продуктами*, или *генетически модифицированными источниками (ГМО)*. Генетическая модификация традиционных сельскохозяйственных растений, животных и птицы придает им новые, заданные человеком свойства. В то же время широкое внедрение ГМО требует решения возникающих новых проблем (изменение пищевой ценности новых видов продовольствия, аллергические и токсические реакции, отдаленные последствия).

Самыми распространенными продовольственными ГМ-культурами являются соя и кукуруза, техническими – хлопок и рапс. Мировым лидером по производству ГМП выступают США (53,5 %), Аргентина (17,6 %), Бразилия (11,3 %), Канада (6,0 %), Индия и Китай (3,7 % и 3,4 %). В Чехии, Португалии, Германии, Словакии посевные площади генетически модифицированной кукурузы занимают менее 0,1 % от всех посевных площадей этих стран.

В Республике Беларусь принята беспороговая система маркировки, согласно которой маркируются все продукты, содержащие ГМО или их компо-

ненты в количестве, превышающем 0,1 %. В Европе уже давно действует норма содержания ГМО в продуктах – не более 0,9 %, в Японии – 5 %, в США – 10 %.

Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь, Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь от 8 июня 2005 г. № 12/26 «Об утверждении перечня продовольственного сырья и пищевых продуктов, подлежащих контролю за наличием генетически модифицированных составляющих (компонентов)», установлен порядок исследований и перечень продуктов, содержащих сою и кукурузу.

При обнаружении в продуктах генетически-модифицированных компонентов на такой товар (и ценник) в соответствии с белорусским законодательством в обязательном порядке наносится надпись *крупными красными буквами* «Содержит ГМО». Использование продуктов, содержащих ГМО, в качестве детского питания вообще не допускается.

С 1 сентября 2008 г. в Республике Беларусь введен в действие технический кодекс установившейся практики ТКП 131-2008 «Пищевые продукты. Правила маркировки знаком «Не содержит ГМО». Знак «Не содержит ГМО» представляет собой овал, на подложку которого наносится *надпись ярко-зеленого цвета* «Не содержит ГМО».

3 Выполнение работы

ЗАДАЧА:

1. Рассчитать суточную норму калорий (ЭП) для собственных параметров тела.
2. Составить меню с учетом суточной энергетической потребности и калорийности продуктов питания (по заданию):
 - А – для собственных данных
 - В – для студента 23 лет с низкой активностью (программист)
 - С – для мужчины 40 лет, вальщика леса
 - Д – для студента 20 лет спортсмена (легкая атлетика)
 - Е – для женщины 40 лет, водителя трамвая

Порядок выполнения работы.

1. Изучить современные концепции питания человека и основные сведения о питательной ценности продуктов питания.
2. Изучить основные источники загрязнения продуктов питания.
3. Рассчитать суточную энергетическую потребность с учетом индивидуальных параметров человека и составить меню с учетом суточной энергетической потребности и калорийности продуктов питания.
4. Оформить отчет в форме таблицы (табл. 3.7).

Пример выполнения работы. Рассчитать суточную энергетическую потребность с учетом коэффициента физической активности (КФА) для студентки А, 18 лет, с постоянной активной физической нагрузкой (фитнес, танцы и др.).

1. По таблице 1 находим норму физиологической потребности и энергии (калории), белках, жирах, углеводах при коэффициенте физиологической нагрузки КФА = 1,6, которая составляет: 2200 ккал; белки – 66 г (в том числе 33 г – белки животные); жиры – 73 г; углеводы – 318 г.

2. Распределяем нормативные величины физиологической потребности по приемам пищи. Согласно рекомендациям по сбалансированному питанию за завтраком и обедом человек должен потреблять 2/3 общего количества калорий. В нашем случае это составит 1467 ккал, на полдник и ужин – 733 ккал.

3. Рассчитываем количество калорий по приемам пищи. Диетологи рекомендуют питаться в 4–5 приемов, поэтому энергетическую потребность завтрака и обеда 1467 ккал можно разбить на 2 приема (по 733 ккал) или 3 приема (по 489 ккал) пищи с возможными вариациями. Точно так же оставшиеся калории разбиваются на полдник и ужин. Всего рекомендуется 5 приемов пищи.

4. Составляем примерное суточное меню студентки. Из таблицы Б.1 (приложение Б) составляем набор продуктов, обеспечивающих суточную калорийность 2200 ккал и физиологическую потребность в белках (66 г), жирах (73 г) и углеводах (318 г). Результаты составленного суточного рациона заносим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Примерный суточный рацион студентки А

Приемы пищи	Нормируемое количество калорий	Продукты	ккал	белки	жиры	углеводы
Первый завтрак	489(652)					
Второй завтрак	489 (326)					
Обед	489					
Полдник	366 (244)					
Ужин	367 (489)					
Всего	2200					

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под пищевой ценностью продуктов?
2. Что такое коэффициент физической активности?
3. Назовите известные вам расчетные формулы для определения суточной энергетической потребности человека.
4. Как рассчитывается индекс массы тела (ИМТ)?
5. Что такое гликемический индекс (ГИ)?
6. Что понимают под безопасностью продуктов питания?
7. Перечислите основные факторы и источники загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания.
8. Какие вещества называют пищевыми добавками?
9. Что понимают под генетически модифицированным продовольственным сырьем и генетически модифицированными продуктами питания?

ЗАНЯТИЕ 4

РАСЧЕТ ПОЛИГОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы: изучить устройство полигона, рассчитать мощность и площадь полигона ТБО (одна карта) для условного населенного пункта, количество образующегося биогаза. Получить практические навыки определения основных показателей полигонов твёрдых бытовых отходов, характеризующих степень из воздействия на окружающую среду.

1 Основные сведения

В Республике Беларусь ежегодно образуется более 1,5 млн. т отходов потребления. Практически полностью (98 %) твердые бытовые отходы (далее – ТБО) захораниваются на полигонах, которые занимают большие площади. В РБ всего насчитывается около 200 полигонов ТБО. Суммарная площадь земельных отводов для размещения полигонов составляет около 890 га, 60 % которой уже занято отходами. Большинство из действующих полигонов не удовлетворяют природоохранным, санитарным и другим требованиям Республики Беларусь. Так, только около 30 % полигонов оборудовано противофильтрационными экранами, защищающими почву и подземные воды от воздействия продуктов разложения отходов в теле полигона; около 35 % не имеют паспорта Объекта захоронения.

Любой полигон твердых бытовых отходов (ТБО) представляет собой большой биохимический реактор, в недрах которого в процессе эксплуатации, а также в течение нескольких десятилетий после закрытия в результате анаэробного разложения отходов растительного и животного происхождения образуется биогаз. Биогаз, или как его иногда называют, свалочный газ, представляет собой смесь метана и углекислого газа примерно в равной пропорции. Примеси других газов незначительны и обычно не превышают 1 %.

Биогаз неизбежно попадает в атмосферу, что вызывает ряд негативных последствий. Известно много случаев отравления при техническом обслуживании углубленных инженерных коммуникаций. Накопление газа в теле свалки зачастую вызывает самовозгорание ТБО. Процесс горения сопровождается образованием токсичных веществ, в частности, диоксинов. В последнее время особую актуальность приобрели парниковые свойства метана, содержащегося в биогазе, в связи с проблемой потепления земного климата.

Системы сбора и утилизации биогаза на полигонах ТБО получили широкое распространение в мире. В США существует около тысячи полигонов, на которых биогаз собирается и сжигается в факеле. Примерно третья часть этих полигонов использует биогаз для получения тепловой или электрической энергии. Наличие системы сбора и утилизации биогаза является обязательным требованием при строительстве полигонов ТБО в большинстве развитых стран мира.

К достоинствам сбора и утилизации биогаза относится уменьшение эмиссии парниковых газов, выраженное в тоннах CO₂-эквивалента, за счет уменьшения поступления метана в атмосферу и замещения использования природного газа для производства тепла и электроэнергии.

2 Выполнение работы

Расчет полигона проводится в три этапа.

ЗАДАНИЕ 1: *Определение общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации.*

Для этого необходимы следующие данные (табл. 4.4):

расчетный срок эксплуатации полигона T , лет;

удельная норма образования отходов на одного человека в год, Y_1 м³/чел. год (в среднем для Беларуси $Y_1 = 1,1$ м³/чел. год);

скорость ежегодного прироста удельной нормы U , % (принимаем $U = 1,8\%$);

численность населения города на момент проектирования полигона N_1 , чел.;

прогнозируемая численность населения города через T лет – N_2 , чел;

ориентировочная высота «холма» ТБО на полигоне, H_{Π}^1 , м.

1. Определение удельной нормы образования Y_2 (м³/чел. год) отходов через T лет:

$$Y_2 = Y_1 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right)^T \quad (4.1)$$

2. Общая вместимость полигона E_T , м³:

$$E_T = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2} \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot T \quad (4.2)$$

где K_1 – коэффициент уплотнения ТБО за весь период T ; K_2 – объем изолирующих слоев грунта; T – период эксплуатации полигона до его закрытия, лет.

K_1 и K_2 определяют по таблицам 4.1 и 4.2 в зависимости от ориентировочной высоты «холма» полигона ТБО H_{Π}^1 (м).

Таблица 4.1 – Значения коэффициента K_1

Масса бульдозера, т	H_{Π}^1 , м	K_1
14	10	3,7
14	10–30	4
20–25	Более 30	4,5

Таблица 4.2 – Значения коэффициента K_2

H_{Π}^1 , м	<5	5–7	7,1–9	9,1–12	12,1–15	15,1–39	40–50
K_2	1,37	1,27	1,25	1,24	1,2	1,18	1,16

Определение площади полигона

Основание полигона (или рабочей карты на полигоне) принимаем в виде прямоугольника, а форму «холма» отходов – в виде усеченной пирамиды.

Из объема пирамиды ($V = S_H/3$) определяют ее основание (площадь участка складирования ТБО) S , m^2 :

$$S_{yc} = 3 \cdot \frac{V}{H} = 3 \cdot \frac{E_T}{H_{\Pi}} \quad (4.3)$$

Вокруг участка складирования отходов должна быть свободная площадь для движения и работы транспорта, механизмов, обслуживающего персонала и подъездных дорог. Поэтому необходимая под полигон площадь S_{Π} (м) должна быть больше участка складирования S_{yc} для размещения вспомогательной зоны S_{don} (принимаем $S_{don} = 0,6$ га) и проездных дорог (коэффициент 1,1):

$$S_{\Pi} = 1,1 \cdot S_{yc} + S_{don} \quad (4.4)$$

Уточнение высоты «холма» ТБО и расчет параметров котловины.

Практика показывает, что грунт для изолирующих промежуточных слоев, а в будущем для рекультивационного (верхнего) слоя при закрытии свалки экономически целесообразно заготавливать из котлована под основание участка складирования ТБО.

Холм полигона имеет вид усеченной пирамиды. Объем усеченной пирамиды V , m^3 («холма» ТБО) можно определить по формуле:

$$V = \frac{1}{3} \cdot (S_{yc} + S_B + \sqrt{S_{yc} \cdot S_B}) \cdot H_{\Pi} \quad (4.5)$$

где S_H , S_B – площадь нижнего и верхнего основания пирамиды, m^2 ; H – высота пирамиды, м.

Таким образом, общая вместимость полигона E_T , m^3 :

$$E_T = \frac{1}{3} \cdot (S_{yc} + S_B + \sqrt{S_{yc} \cdot S_B}) \cdot H_{\Pi} \quad (4.6)$$

Отсюда, уточняем высоту полигона H_{Π} , м:

$$H_{\Pi} = \frac{3 \cdot E_T}{(S_{yc} + S_B + \sqrt{S_{yc} \cdot S_B})} \quad (4.7)$$

Площадь верхнего основания холма полигона представляет форму квадрата. Принимаем $S_B = 40 \cdot 40 \text{ м}^2$.

Определяют требуемый объем грунта V_{Γ} , м^3 :

$$V_{\Gamma} = E_T \cdot \left(1 - \frac{1}{K_2}\right) \quad (4.8)$$

Глубина котлована H_K (м) с учетом откосов (коэффициент 1,1) равна:

$$H_K = 1,1 \cdot \frac{V_{\Gamma}}{S_{\text{yc}}} \quad (4.9)$$

Оценивают верхнюю отметку полигона ТБО H_{BO} , м:

$$H_{\text{BO}} = H_{\Pi} - H_K + 1 \quad (4.10)$$

Высоту наружного изолирующего слоя грунта принимают равным 1 м, что учтено в предыдущей формуле.

Отчеты по выполненным работам необходимо представить по форме, приведенной в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Форма представления отчета

№ вар.	E_T , м^3	S , м^2	S_{Π} , м^2	H_{Π} , м	V_{Γ} , м^3	H_{BO} , м

ЗАДАНИЕ 2: Оценка количества биогаза, образующегося на полигоне

Рассчитать количество биогаза, который можно собирать с данного полигона через 5 лет после его закрытия по данным таблицы 4.4.

Первичная оценка количества биогаза, образующегося на полигоне, проводится с помощью следующей формулы:

$$Q = L_O \cdot R \cdot (k_C - k_t) \quad (4.11)$$

где Q – количество метана, образующегося в течение года, $\text{м}^3/\text{год}$; L_O – потенциал образования метана ТБО, $\text{м}^3/\text{т}$, $L_O = 125 \text{ м}^3/\text{т}$; R – среднее количество выводимых ТБО, $\text{т}/\text{год}$; k_C – постоянная образования метана с момента закрытия полигона, $1/\text{год}$; k_t – постоянная образования метана с момента открытия полигона, $1/\text{год}$.

Для того, чтобы оценить возможное количество собранного биогаза, необходимо принять во внимание, что система сбора биогаза будет покрывать 80 % площади полигона, а эффективность сбора биогаза отдельной скважиной составит 75 %. Стоимость 1 калории тепла, полученной при сжигании биогаза,

составляет 90 % от стоимости калории, полученной при сжигании природного газа.

Таблица 4.4 – Исходные данные (варианты)

№ вар.	T, лет	N ₁ , тыс. чел	N ₂ , тыс. чел	H _П ¹ , м	Численность обслуживаемого региона, чел.	Расчетный срок эксплуатации полигона, лет	Годовая удельная норма накопления ТБО, м ³ /чел
1	20	350	500	20	250 000	15	1,1
2	20	1 300	2 000	40	100 000	16	1,3
3	25	280	450	25	150 000	15	1,5
4	18	630	1 000	30	200 000	17	1,1
5	22	410	800	30	250 000	15	1,1
6	25	250	520	20	300 000	19	1,3
7	20	1 100	1 800	35	350 000	15	1,5
8	18	800	1 100	30	400 000	18	1,1
9	19	425	630	30	150 000	15	1,1
10	22	370	530	30	225 000	17	1,3
11	23	1 600	2 200	40	345 500	16	1,5
12	25	1 025	1 500	40	276 000	19	1,1
13	20	220	390	20	265 000	20	1,1
14	18	420	610	25	297 000	15	1,3
15	18	550	950	25	175 000	15	1,5
16	22	1 310	2 000	40	200 500	20	1,1
17	22	355	940	20	100 000	15	1,4
18	25	820	1 300	30	155 000	20	1,3
19	20	225	475	20	122 000	20	1,5
20	18	510	975	25	225 000	20	1,1
21	20	1 400	1 900	40	223 000	18	1,1
22	23	345	420	20	273 500	15	1,3
23	22	660	1 400	25	244 000	19	1,5
24	25	1 250	2 300	40	294 500	20	1,1
25	25	440	710	25	265 000	20	1,4
26	19	590	1150	20	355 000	17	1,4
27	22	820	1720	25	196 000	18	1,4
28	24	1000	1890	20	165 000	20	1,4
29	20	1100	2460	40	270 000	20	1,3
30	22	960	2540	40	197 500	20	1,2

Контрольные вопросы

1. Что такое полигон? Что на нем размещают?
2. Требования к размещению полигона.
3. Какие параметры необходимо рассчитывать при проектировании полигона?
4. От чего зависит вместимость полигона?

ЗАНЯТИЕ 5

ОЦЕНКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВСТРОЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

Цель работы: научиться рассчитывать энергопотребление в офисном помещении административного здания.

1 Задание. Составить энергетический паспорт встроенного офисного помещения, используя следующую методику расчета (исходные данные представлены в табл. 5.5).

2 Выполнение работы

1. Рассчитать общую площадь окон, $F_{ок} (м^2)$.
2. Рассчитать площадь помещения, $F_{пом} (м^2)$.
3. Рассчитать объем помещения, $V_{пом} (м^3)$.
4. Рассчитать площадь наружной стены за вычетом площади оконных проемов, $F_{н.ст.} (м^2)$:

$$F_{н.ст} = L \cdot H - F_{ок} . \quad (5.1)$$

5. Выбрать температуру воздуха внутри помещения.

Расчетная температура внутреннего воздуха помещения $t_{внут.}$ выбирается согласно ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Расчетная температура внутреннего воздуха помещения

Здания	Расчетная температура, $t_{внут.}, ^\circ C$	Относительная влажность, %
Жилые	18	55
Общественные (кроме помещений с мокрым климатом, дошкольных и лечебных учреждений)	18	50
Административные и бытовые здания	18	50

Для расчёта отопления необходимо принять $t_{вн.} = 18 ^\circ C$.

6. Выбрать климатические характеристики региона.

Климатические характеристики региона выбираем из таблицы 5.2 (ТКП 45-2.04-43-2006): средние параметры наружного воздуха за отопительный период $t_n ^\circ C$ со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 ^\circ C$ и продолжительность отопительного периода Z (сут.) со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 ^\circ C$.

7. Рассчитать количество градусо-суток отопительного периода $D, ^\circ C \cdot \text{сут}$, по формуле:

$$D = (t_{вн} - t_n) \cdot Z . \quad (5.2)$$

Полная длительность отопительного периода:

$$\tau = Z \cdot 24 \text{ (ч)}. \quad (5.3)$$

Таблица 5.2 – Климатические характеристики региона (ТКП 45-2.04-43-2006)

Область	Средняя температура наружного воздуха, t_n °С	Продолжительность отопительного периода Z, сут.
Брестская	0,2	187
Витебская	-2,0	207
Гомельская	-1,6	194
Гродненская	-0,5	194
Минская	-1,6	202
Могилевская	-1,9	204

8. Расчет теплотерь через окна.

Сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей $R_{\text{окон}} = R_T$ определяется по таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (ТКП 45-2.04-43-2006)

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче $R_T, \text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$
1. Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
2. Одинарное остекление в металлических переплетах	0,15
3. Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
4. Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	0,42
5. Двойное остекление в металлических раздельных переплетах	0,34
6. Двойное остекление витрин в металлических раздельных переплетах	0,31
7. Тройное остекление в деревянных раздельноспаренных переплетах	0,55
8. Тройное остекление окон в металлических раздельных переплетах	0,46
9. Органическое стекло одинарное	0,19
10. Органическое стекло двойное	0,36
11. Органическое стекло тройное	0,52
12. Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	0,36
13. Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,31
14. Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах	0,53

Потери тепла через окна за отопительный период рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{ок}} = \frac{1}{R_{\text{ок}}} \cdot F_{\text{ок}} \cdot D \cdot (1 + \sum \beta_1) \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \text{ МДж}, \quad (5.4)$$

где $\sum \beta_1$ – добавочные потери теплоты через окна в долях от основных потерь (принимая, что все окна выходят на север, тогда $\sum \beta_1 = 0,18$).

9. Расчет теплопотерь через наружные стены.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наружной стены) $R_{\text{стен}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, следует определять по формуле:

$$R_{\text{стен}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad (5.5)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (принимается равным $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$); $R_{\text{к}}$ – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (для наружных стен принимаем $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

Термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями $R_{\text{к}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, следует определять по формуле:

$$R_{\text{к}} = R_1 + R_2 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \quad (5.6)$$

где R_1 , R_2 – термическое сопротивление отдельных слоев конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; δ – толщина слоя, м; λ – коэффициент теплопроводности материала или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ (выбираем из табл. 5.4).

Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

10. Потери тепла через наружные стены за отопительный период равны:

$$Q_{\text{стен}} = \frac{1}{R_{\text{стен}}} \cdot F_{\text{н.ст.}} \cdot D \cdot (1 + \sum \beta_2) \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \text{ МДж}, \quad (5.7)$$

где $\sum \beta_2$ – добавочные потери теплоты через наружные стены в долях от основных потерь (принимаем, что стена выходит на север, тогда $\sum \beta_2 = 0,23$).

Затратами тепла на нагрев приточного воздуха – пренебрегаем.

11. Суммарные потери тепла за отопительный период:

$$Q_{\text{от.}} = Q_{\text{ок}} + Q_{\text{стен.}} \quad (5.8)$$

12. Поступление тепла от оборудования, от людей и от освещения.

Мощность теплоступлений от оборудования составляет

– от ЭВМ, МФУ (учтено, что МФУ работает неполный рабочий день)

$$q_{\text{обор.}} = N_{\text{ЭВМ}} \cdot W_{\text{ЭВМ}} + N_{\text{МФУ}} \cdot \frac{W_{\text{МФУ}} \cdot T}{8}, \quad (5.9)$$

где $N_{ЭВМ}$, $N_{МФУ}$ – соответственно количество установленных компьютеров, МФУ, шт.; $W_{ЭВМ}$, $W_{МФУ}$ – потребляемая мощность за рабочий день соответственно ЭВМ, МФУ, Вт; T – количество часов работы МФУ, ч;

Таблица 5.4 – Коэффициенты теплопроводности материалов (ТКП 45-2.04-43-2006)

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале W , %	Расчетные коэффициенты		
	Плотность ρ , кг/м ³	Удельная теплоемкость c , кДж/(кг·°C)	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		Теплопроводности λ , Вт/(м·°C)	Теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°C) (при перепадае 24 ч)	Паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
Железобетон	2500	0,84	1,69	3	1,92	19,70	0,03
Кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	2	0,70	10,12	0,11
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом связующем	250	0,84	0,057	2,0	0,061	1,08	0,45

Мощность теплоступлений от освещения составляет:

$$q_{\text{осв.}} = N_{\text{свет}} \cdot N_{\text{ламп}} \cdot W_{\text{ламп}}, \quad (5.10)$$

где $N_{\text{свет}}$, $N_{\text{ламп}}$ – соответственно количество светильников, ламп в одном светильнике, шт.; $W_{\text{ламп}}$ – потребляемая мощность одной лампы, Вт.

13. Поступление тепла в помещение за отопительный период составит

$$Q_{\text{быт}} = (q_{\text{обор.}} + q_{\text{осв.}}) \cdot t_{\text{раб}} \cdot 3600 \cdot 10^{-6} \text{ МДж}, \quad (5.11)$$

где $t_{\text{раб}}$ – количество рабочих часов в отопительный период.

Количество рабочих часов в отопительный период определяется по формуле:

$$t_{\text{раб}} = \frac{8 \cdot 5 \text{ дн}}{24 \cdot 7 \text{ дн}} \cdot \tau, \text{ ч}, \quad (5.12)$$

где τ – полная длительность отопительного сезона (формула 5.3).

Для упрощения расчетов теплоступление от людей не учитывать.

14. Потребность в тепловой энергии на отопление помещения.

Потребность в тепловой энергии на отопление помещения за отопительный период определяется по формуле:

$$Q_{\text{отопл}} = Q_{\text{ок}} + Q_{\text{стен}} - Q_{\text{быт}} \cdot \nu, \text{ МДж}, \quad (5.13)$$

где ν – коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение $\nu = 0,8$.

15. Фактический удельный расход тепловой энергии на отопление помещения за отопительный период $q_{\text{отоп.пер.}}$, кДж/(м³·°С·сут), определяем по формуле

$$q_{\text{отоп.пер.}} = \frac{Q_{\text{отопл}}}{V_{\text{пом}} \cdot D} \cdot 10^3, \text{ кДж/(м}^3\text{·°С·сут)}. \quad (5.14)$$

Контрольные вопросы:

1. Что такое энергосбережение?
2. Какие источники теплопотерь вы знаете?
3. Как уменьшить теплопотери во встроенном административном здании?

Таблица 5.5 – Исходные данные для расчёта

№ варианта	Размер окон, м	Заполнение светового проема	Количество окон	Размер наружной стены, м	Материал стены	Размер помещения, Ш/Г/В, м	Оборудование. Режим работы, часов в сутки	Искусственное освещение
1	1,33 × 1,56	Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	1	4,2 × 3,3	двухслойная: 15 см железобетона, потом 10 см стекло-ваты	4,2/6/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч	6 светильников ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
2	1,79 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/6/3,3	4 компьютеров W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 2 ч	
3	1,79 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/4,6/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 2 ч	
4	2,36 × 1,76		1	4,5 × 3,3		4,5/4,5/3,3	4 компьютеров W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	
5	1,51 × 1,48	Тройное остекление в деревянных раздельноспаренных переплетах	2	4,2 × 3,3		4,2/6/3,3	5 компьютеров W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 2 ч	4 светильника ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
6	3 × 1,2		1	3,5 × 3,3		3,5/4,5/3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 6 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 1 ч	
7	2,5 × 1,7		1	3,5 × 3,3		3,5/5,5/3,3	3 компьютеров W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 2 ч	

Продолжение таблицы 5.5

38	8	2,94 × 2,94	Тройное остекление в деревянных раздельноспаренных переплетах	2	4,2 × 3,3		4,2/6,5/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	6 светильников ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
	9	3,94 × 3,94	Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	2	4,2 × 3,3		4,2/6/3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	
	10	3 × 1,2		1	4,2 × 3,3		4,2/6,5/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 3 ч	
	11	2,36 × 1,76		2	3,5 × 3,3		3,5/4,5/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	4 светильника ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
	12	1,79 × 1,77		2	3,5 × 3,3		3,5/5,2/3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 8 ч	
	13	1,79 × 1,77	Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	1	4,8 × 3,3	Двухслойная: 12,5 см кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе потом 10 см стекловаты	4,8/5,8/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 5 ч	8 светильников ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
	14	2,5 × 1,7		1	4,8 × 3,3		4,8 / 6 / 3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 3 МФУ, W=100 Вт режим – 3 ч	
	15	1,79 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/6,2/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 1 ч	6 светильников ЛВО05-4х18-031 OPL HF с ЭПРА
	16	2,96 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/4,2/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	
	17	2,94 × 2,94		1	4,2 × 3,3		4,2/6,5/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	

Окончание таблицы 5.5

18	3,94 × 3,94	Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	1	4,2 × 3,3	двухслойная: 15 см железобетона, потом 10 см стеклопакеты	4,2/6/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	4 светильников ЛВО05-4x18-031 OPL HF с ЭПРА
19	3 × 1,2		1	4,2 × 3,3		4,2/6,5/3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 3 ч	
20	2,36 × 1,76		1	3,5 × 3,3		3,5/4,5/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	
21	1,79 × 1,77	Двойное остекление в деревянных отдельных переплетах	2	3,5 × 3,3	Двухслойная: 12,5 см кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе потом 10 см стеклопакеты	3,5/5,2/3,3	4 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 8 ч	8 светильников ЛВО05-4x18-031 OPL HF с ЭПРА
22	1,79 × 1,77		1	4,8 × 3,3		4,8/5,8/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 1 МФУ, W = 100 Вт режим – 5 ч	
23	2,5 × 1,7		1	4,8 × 3,3		4,8/6/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 3 МФУ, W = 100 Вт режим – 3 ч	6 светильников ЛВО05-4x18-031 OPL HF с ЭПРА
24	1,79 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/6,2/3,3	3 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 3 МФУ, W = 100 Вт режим – 1 ч	
25	2,96 × 1,77		1	4,2 × 3,3		4,2/4,2/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 4 ч	
26	1,79 × 1,77		2	4,8 × 3,3		4,8/6/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч, без МФУ	
27	2,5 × 1,7		1	4,2 × 3,3		4,2/6,2/3,3	2 компьютера W = 300 Вт, режим – 8 ч 2 МФУ, W = 100 Вт режим – 3 ч	

ЗАНЯТИЕ 6

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Цель работы: получить практические навыки расчета основных параметров сооружений защитного характера.

1 Основные сведения

Одним из основных способов защиты персонала объекта от современных средств поражения в результате крупномасштабных ЧС, вызванных авариями и катастрофами на химических и радиационно опасных объектах, пожарами и взрывами, является укрытие персонала предприятий в защитных сооружениях.

Защитные сооружения – это инженерные сооружения, предназначенные для защиты персонала объекта, а также другого населения, от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с техническим кодексом установившейся практики (ТКП 45–2.03–231–2011 «Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования») защитные сооружения делят *по их защитным свойствам*:

1) на убежища, защищающие от поражающих факторов современных средств поражения, АХОВ, высоких температур и продуктов горения при пожарах. Обеспечивают непрерывное пребывание в них укрываемых в течение двух суток;

2) противорадиационные укрытия (ПРУ), защищающие от воздействия ионизирующих излучений, возникающих при радиоактивном заражении местности (коэффициент защиты от ионизирующих излучений не ниже 100 и от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа);

3) сооружения двойного назначения, обеспечивающие защиту от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа и допускающие непрерывное пребывание в них укрываемых до 6 ч;

4) защитные укрытия, обеспечивающие защиту укрываемых от избыточного давления ударной волны не ниже 20 кПа и допускающие непрерывное пребывание укрываемых до двух суток.

Убежища – сложные в техническом отношении сооружения, оборудованные различными инженерными системами и измерительными приборами для обеспечения защиты людей.

Для защиты от химически опасных веществ, биологических средств и радиоактивной пыли убежища герметизируют и оснащают фильтровентиляционным оборудованием, которое очищает наружный воздух, распределяет его по отсекам. Для жизнеобеспечения укрываемых защитные сооружения помимо системы фильтровентиляции, снабжающей людей воздухом, должны иметь надежное электроснабжение, санитарно-технические системы (водопровод, канализацию, отопление), радио- и телефонную связь, а также запасы воды и про-

довольствия.

По степени защиты убежища подразделяются на классы в зависимости от расчетной величины избыточного давления воздушной ударной волны (которую они могут выдержать) и коэффициента защиты от ионизирующих излучений (табл. 6.1). Убежища классов А-I и А-II предназначены для размещения пунктов управления и крупных узлов связи, строятся по особому указанию. Для укрытия населения и персонала промышленных объектов используют убежища класса А-IV.

Таблица 6.1 – Классификация убежищ по защитным свойствам

Класс убежища	Степень защиты от	
	избыточного давления ударной волны, кПа	ионизирующих излучений (коэффициент защиты)
А-I	500	5000
А-II	300	3000
А-III	200	2000
А-IV	100	1000

По месту расположения в застройке убежища делятся на убежища отдельно стоящие и встроенные. Отдельно стоящие убежища возводят на свободных от застройки участках, а встроенные убежища сооружают в подвалах, полуподвальных (цокольных) и первых этажах зданий. К встроенным относятся убежища, возводимые внутри одноэтажных производственных зданий и не связанные с его ограждающими конструкциями.

Инженерная защита персонала – это комплекс мероприятий, направленных на создание фонда сооружений, обеспечивающих защиту населения и работающих на производстве от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

2 Выполнение работы

1. Ответить на контрольные вопросы.

2. Провести оценку обеспечения инженерной защиты персонала наиболее многочисленной рабочей смены объекта, и предложите меры по повышению этой защиты (исходные данные в табл. 6.5).

2. На основании расчета (формулы 6.1–6.11) сделайте общие выводы.

1. Оценка соответствия вместимости защитного сооружения по установленным нормам.

Вместимость защитного сооружения (убежищ, противорадиационных укрытий) определяется в соответствии с нормами объемно-планировочных решений. Возможность укрытия наиболее многочисленной рабочей смены в защитном сооружении оценивается по количеству имеющихся в нем мест.

Рассчитываем количество мест (M) для укрываемых людей на имеющейся площади основного помещения исходя из установленных норм на одного человека:

$$M_i = \frac{S_{\Pi}}{S_1} \quad (6.1)$$

$$M_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n M_i \quad (6.2)$$

где S_n – площадь основного помещения для укрываемых в защитных сооружениях, м^2 ; S_1 – норма площади основного помещения на одного укрываемого, м^2 (табл. 6.2).

Проверяем соответствие объема помещений в зоне герметизации установленной норме на одного укрываемого (норма: не менее $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$):

$$V_1 = \frac{S_0 h}{M}, \quad (6.3)$$

где V_1 – объем помещения, приходящийся на одного укрываемого, м^3 ; S_0 – площадь всех помещений (общая), м^2 ; h – высота помещения, м.

Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленным нормам:

$$S_{\text{всп}} = M \cdot S_2 \quad (6.4)$$

где $S_{\text{всп}}$ – площадь вспомогательных помещений, м^2 ; M – количество мест для укрываемых; S_2 – норма площади вспомогательного помещения на одного укрываемого, м^2 (табл. 6.2).

Определяем количество нар (H) для размещения укрываемых:

$$H = M \cdot D, \quad (6.5)$$

где D – установленная норма: 0,1 – при одноярусном расположении нар (высота помещения – 2,2 м), 0,2 – при двухъярусном расположении нар (высота помещения – 2,25–2,85 м), 0,3 – при трехъярусном расположении нар (высота помещения – 2,9 м и выше).

Рассчитываем коэффициент вместимости $K_{\text{вм}}$, который характеризует возможности защитного сооружения по укрытию людей:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{общ}}}{N}, \quad (6.6)$$

где N – численность персонала, подлежащего укрытию (наибольшая работающая смена).

Требования к защитным сооружениям (табл. 6.2) приведены в соответствии с техническим кодексом установившейся практики для убежищ, противорадиационных укрытий (ПРУ), сооружений двойного назначения и защитных укрытий ТКП 45.3.02-21-2011 «Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования». В таблице приведены объемно-планировочные и конструктивные решения к основным и вспомогательным помещениям, основные данные по микроклимату защитных сооружений.

2. Оценка защитных свойств сооружения.

Защитные свойства сооружения определяем в зависимости от ионизирующего излучения. Вычисляем коэффициент ослабления ($K_{осл}$) ионизирующих излучений:

$$K_{осл} = K_{зас} \cdot 2^{\frac{h}{d_{пол}}} \quad (6.7)$$

где $K_{зас}$ – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (для встроенных равен 1,5, для отдельно стоящих – 1,0); h – толщина слоя материала защитного сооружения, см; $d_{пол}$ – толщина слоя половинного ослабления, см (табл. 6.3).

Для защитных сооружений, имеющих *многослойное перекрытие* из разных материалов, коэффициент ослабления радиации находим по формуле:

$$K_{осл} = K_{зас} \cdot 2^{\frac{h_1}{d_{пол1}}} \cdot 2^{\frac{h_2}{d_{пол2}}} \quad (6.8)$$

где $K_{зас}$ – коэффициент, учитывающий условия расположения защитного сооружения (для встроенных равен 1,5, для отдельно стоящих – 1,0); h_1, h_2 – толщины слоя материалов многослойного перекрытия защитного сооружения, см; $d_{пол1}, d_{пол2}$ – толщины слоя половинного ослабления материалов многослойного перекрытия, см (табл. 6.3).

Таблица 6.2 – Требования к защитным сооружениям гражданской обороны

Основные требования	Норма
1	2
Площадь пола основного помещения на одного человека, м ² , при высоте помещения:	
2,15 м	0,6
2,15–2,9 м	0,5
2,9 м и более	0,4
В защитных сооружениях двойного назначения	1,0
Внутренний объем помещения на одного человека, м ³	1,5
Место для сидения на одного человека, м	0,45×0,45
Место для лежания на одного человека, м	1,8×0,55

Окончание таблицы 6.2

1	2
Площадь вспомогательных помещений на одного человека, м ² :	
без автономных систем водо-, электроснабжения	0,12
при наличии ДЭС, но без автономного водоснабжения	0,13
с автономными системами водо-, электроснабжения при вместимости:	
До 600 чел.	0,23
600–1200 чел.	0,22
Более 1200 чел.	0,2
Площадь медпункта при вместимости 900–1200 чел., м ²	9
Санпост на каждые 500 чел., м ²	2
Площадь помещения на один комплект ФВК-1 (ФВК-2), м ²	9–12
Площадь помещения для ДЭС, м ²	16–20
Содержание кислорода, не менее, %	16,5
Концентрация углекислого газа, не более, %	4
Концентрация окиси углерода, не более, мг/м ³	100
Концентрация метана, не более, мг/м ³	300
Концентрация пыли, не более, мг/м ³	10
Относительная влажность воздуха не менее и не более, %	30 и 90
Температура воздуха в убежище, не более, °С	32

Таблица 6.3 – Толщина слоев половинного ослабления ($d_{пол}$) ионизирующих излучений для некоторых материалов

Материал	Плотность, г/см ³	Толщина слоя половинного ослабления ($d_{пол}$), см	
		для гамма-излучения на сле- де облака	для нейтронов
Свинец	11,3	1,3	12,0
Железо, броня	7,8	1,8	11,5
Бетон	2,3	5,6	12,0
Кирпич	1,6	8,4	10,0
Грунт	1,8	7,2	12,0
Древесина	0,7	19,0	9,7
Вода	1,0	13,0	2,7
Полиэтилен	0,95	14,0	2,7

3. Оценка системы жизнеобеспечения защитного сооружения: оценка системы воздухообеспечения.

В ходе расчетов выбираем тип и параметры фильтровентиляционных комплектов (ФВК), определяем количество подаваемого воздуха системой в режиме I – чистой вентиляции и в режиме II – фильтровентиляции.

Вычисляем количество ($N_{возд}$) укрываемых людей, которые может обеспечить очищенным воздухом система водоснабжения:

$$N_{возд} = \frac{W_o}{W_n}, \quad (6.9)$$

где W_o – общая производительность системы воздухообеспечения, м³/ч (табл. 6.4); W_n – норма подачи воздуха на одного человека в час, м³/ч: в режиме чистой вентиляции – 10 м³/ч, в режиме фильтровентиляции – 2 м³/ч на человека.

4. Оценка системы водоснабжения защитного сооружения.

Определяем количество ($N_{вод}$) укрываемых людей, которое может обеспечить водой система водоснабжения:

$$N_{вод} = \frac{W_{o.вод}}{W_{1н} \cdot C} \quad (6.10)$$

где $W_{o.вод}$ – общий запас воды в защитном сооружении, л; $W_{1н}$ – норма обеспечения водой одного укрываемого в сутки (норма – 3 л/сут); C – заданный срок пребывания укрываемых в защитном сооружении, сут.

Таблица 6.4 – Характеристики фильтровентиляционных комплектов и вентиляторов

Название фильтровентиляционных комплектов и вентиляторов	Производительность, м ³ /ч	
	в режиме вентиляции	в режиме фильтровентиляции
Фильтровентиляционный комплект ФВА-100/50	–	100
Фильтровентиляционный комплект ФВА-50/25	–	50
Комплект ФВК-200	–	200
Комплект ФВК-1, ФВК-2	1200	300
Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49:		
с одним фильтром ФП-100у	450	100
с двумя фильтрами ФП-100у	450	200
с тремя фильтрами ФП-100у	450	300
Вентилятор ЭРВ-72	900	–
Вентилятор ЭРВ-72-2	1000	–
Вентилятор ЭРВ 600/300	600	–

Примечание. При выборе фильтровентиляционных комплектов брать основной – ФВК-1 (ФВК-2) из расчета один комплект на 150 чел., а в случае недостатка их производительности – другие комплекты совместно с вентиляторами.

5. Оценка санитарно-технических систем.

Санузел подключается к внешним водопроводным и канализационным сетям; оборудуется аварийным резервуаром для сбора стоков.

Вместимость резервуара определяется из расчета 2 л/сут сточных вод. Количество обслуживаемых системой укрываемых находится по формуле:

$$N_{ост} = \frac{W_{o.ст}}{W_n \cdot C} \quad (6.11)$$

где $W_{0.ст}$ – общая вместимость санитарно-технической системы, ед. изм.; W_n – норма сточных вод на одного укрываемого в сутки (норма – 2 л/сут).

На основании расчетов оценивается возможность системы жизнеобеспечения по минимальному показателю. При этом учитывается, что определяющим показателем является система воздухообеспечения.

6. Оценка подготовленности защитных сооружений к своевременному укрытию людей.

Оценка подготовленности защитных сооружений к своевременному укрытию людей проводится в зависимости от расположения защитного сооружения и места работы. Нормы для расчетов: скорость движения человека от места работы до места убежища – 100 м за 2 мин; время заполнения убежища – 2 мин.

Пример вывода.

1. На объекте инженерной защитой обеспечивается (%) наибольшей работающей смены.

2. Возможности имеющегося убежища используются не полностью из-за ограниченной производительности системы вентиляции.

3. Для обеспечения инженерной защиты всего состава работающей смены необходимо:

– дооборудовать систему воздухообеспечения убежища одним комплектом ФВК-1;

– построить дополнительно одно убежище вместимостью (количество человек с пунктом управления и защищенной ДЭС для аварийного электрообеспечения двух убежищ на объекте).

4. До завершения строительства убежища предусмотреть защиту неукрываемой части персонала в подвальных помещениях, оборудовав их фильтровентиляционными системами.

Контрольные вопросы:

1. Каковы основные способы защиты населения в чрезвычайных ситуациях?

2. Какие вы знаете категории защитных сооружений в соответствии с ТКП?

3. Какие вы знаете факторы, влияющие на вместимость людей в убежище?

4. Как вы охарактеризуете виды убежищ по месту их размещения?

Таблица 6.5 – Исходные данные

Номер варианта	Численность наибольшей работающей смены, чел.	Убежища (в числителе формулы (строка 1) даются параметры встроенных убежищ, в знаменателе – параметры отдельно стоящих убежищ)								Срок нахожде- ния, сутки
		Количество	Толщина, м		Высота, м	Площадь пола основного помещения, м ²	Площадь пола вспомогатель- ного помеще- ния, м ²	Запас воды, л	Емкость для сбора сточных вод, л	
			Бетонного перекрытия	Грунтовой засыпки						
1	2405	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,2}$	$\frac{=}{0,63}$	$\frac{2,1}{5}$	$\frac{154}{152}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{2730}{2700}$	$\frac{1900}{1800}$	2
2	2910	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,53}{0,23}$	$\frac{=}{0,64}$	2,95	$\frac{150}{305}$	$\frac{60}{120}$	$\frac{2700}{5400}$	$\frac{1950}{3600}$	2
3	2397	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,57}{0,22}$	$\frac{=}{0,65}$	2,2	$\frac{160}{155}$	$\frac{63}{62}$	$\frac{1900}{1850}$	$\frac{1300}{1250}$	3
4	2205	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,56}{0,54}$	$\frac{=}{0,66}$	3,0	$\frac{151}{152}$	$\frac{61}{62}$	$\frac{2000}{1900}$	$\frac{1260}{1300}$	3
5	2390	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,52}{0,25}$	$\frac{=}{0,67}$	2,3	$\frac{149}{155}$	$\frac{59}{60}$	$\frac{2700}{2720}$	$\frac{1950}{1850}$	2
6	2400	$\frac{4}{1}$	$\frac{0,54}{0,25}$	$\frac{=}{0,68}$	3,1	$\frac{154}{150}$	$\frac{60}{100}$	$\frac{1980}{1900}$	$\frac{2000}{2500}$	2
7	3210	$\frac{6}{2}$	$\frac{0,55}{0,32}$	$\frac{=}{0,69}$	$\frac{3,0}{5}$	$\frac{151}{152}$	$\frac{63}{120}$	$\frac{3000}{4500}$	$\frac{2000}{1700}$	3
8	2850	$\frac{4}{2}$	$\frac{0,54}{0,28}$	$\frac{=}{0,62}$	2,98	$\frac{160}{154}$	$\frac{59}{100}$	$\frac{2750}{5200}$	$\frac{2500}{2600}$	2
9	2650	$\frac{6}{1}$	$\frac{0,57}{0,25}$	$\frac{=}{0,70}$	2,5	$\frac{155}{300}$	$\frac{60}{64}$	$\frac{2700}{2700}$	$\frac{2000}{1500}$	2
10	3300	$\frac{6}{3}$	$\frac{0,55}{0,24}$	$\frac{=}{0,71}$	$\frac{2,2}{5}$	$\frac{154}{150}$	$\frac{61}{120}$	$\frac{2730}{5550}$	$\frac{1900}{1300}$	2

ЗАНЯТИЕ 7

ДОЗИМЕТРИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Цель работы: изучить характеристики дозиметрических приборов РА-ДЭКС РД1503 и РКСБ-104, научиться измерять мощность полевой эквивалентной дозы гамма-излучения

1 Основные сведения

При прохождении ионизирующих излучений через различные вещества их энергия поглощается этими веществами. Главным образом она затрачивается на ионизацию, то есть превращение атомов и молекул в ионы.

Энергия ионизирующего излучения, поглощённая единицей массы вещества, называется *поглощённой дозой* D

$$D = \frac{dE}{dm}, \quad (7.1)$$

где dE – приращение средней энергии, переданной излучением веществу в элементарном объёме, Дж, dm – масса вещества в элементарном объёме, кг.

Эта величина позволяет количественно оценить воздействие различных видов излучений в любой среде. В СИ поглощённую дозу излучения измеряют в *Греях* (Гр). Один грей соответствует поглощённой дозе излучения, при которой веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения, равная 1 Дж (1 Гр = 1 Дж/кг).

Внесистемная единица поглощённой дозы 1 рад. Один рад соответствует поглощённой дозе излучения, при которой веществу массой 1 г передается энергия ионизирующего излучения равная 100 эрг (1 эрг = 10^{-7} Дж). Таким образом: 1 Гр = 100 рад.

Поглощённая доза может быть определена в любом веществе и создаётся всеми видами ионизирующих излучений (альфа-, бета-, гамма-излучениями, потоками нейтронов и других элементарных частиц).

Поглощённая доза, отнесённая ко времени поглощения, носит название *мощности поглощённой дозы* и измеряется в Гр/ч, Гр/с, мГр/ч, рад/с, рад/год и т. д.

Следует отметить, что 1 рентген экспозиционной дозы (по всему спектру γ -излучения до энергии 3 МэВ) соответствует поглощённой дозе в биологической ткани в 0,93 рад, т. е. $1\text{Р} \approx 0,93\text{ рад}$.

Для оценки воздействия ионизирующих излучений на биологическую ткань стандартного состава используют *эквивалентную дозу*.

Эквивалентная доза ионизирующего излучения H определяется как поглощённая доза излучения D , умноженная на взвешивающий коэффициент излучения W_R и на модифицирующий фактор N (произведение эмпирических ко-

эффициентов, которое в настоящее время принимается равным единице):

$$H = D \cdot W_R \cdot N = \sum_{j=1}^n D_j \cdot W_{Rj} \cdot N_j, \quad (7.2)$$

где j – индекс вида излучения.

Эквивалентная доза используется в радиационной безопасности для учёта вредных эффектов биологического воздействия различных видов ионизирующих излучений при хроническом облучении человека малыми дозами, не превышающими 250 мЗв/год. Её нельзя использовать для оценки последствий аварийного облучения человека, тогда используется только поглощённая доза. Стандартный состав биологической ткани принимается следующим (по массе): 10,1 % водорода, 11,1 % углерода, 2,6 % азота, 76,2 % кислорода.

Взвешивающий коэффициент (коэффициент качества излучения) W_R излучения характеризует степень разрушительного воздействия на биологический объект и показывает, во сколько раз данный вид излучения более опасен, чем фотонное излучение при одинаковой поглощенной дозе D (табл. 7.1).

Таблица 7.1 – Взвешивающие коэффициенты W_R для отдельных видов ионизирующего излучения

<i>Вид излучения и диапазон энергии</i>	<i>Взвешивающий коэффициент W_R</i>
Фотоны всех энергий	1
Электроны всех энергий	1
Альфа-частицы	20
Нейтроны с энергией	
<10 кэВ	5
от 10 кэВ до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 МэВ до 20 МэВ	10
> 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20
<i>Примечание.</i> Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения – испускаемому при ядерном превращении	

В системе СИ единицей измерения эквивалентной дозы является *Зиверт* (Зв). Внесистемная единица – БЭР (*биологический эквивалент рада*).

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ БЭР}.$$

Так как средний коэффициент качества для γ -излучения равен 1, то величина поглощённой дозы, создаваемой этим излучением в воздухе, будет соответствовать эквивалентной дозе, образуемой в биологической ткани.

Измеряемая в воздухе величина получила название *полевой эквивалент-*

ной дозы γ -излучения.

Для приближённых расчётов можно считать, что $1 \text{ БЭР} = 1 \text{ Р} = 1 \text{ рад}$.

Отношение полевой эквивалентной дозы γ -излучения за определённый интервал времени к этому интервалу времени называется мощностью полевой эквивалентной дозы γ -излучения:

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt}, \quad (7.3)$$

где $\dot{H}$ – мощность полевой эквивалентной дозы γ -излучения; dH – приращение полевой эквивалентной дозы γ -излучения; dt – интервал времени.

Мощность полевой эквивалентной дозы измеряется в Зв/ч, мЗв/ч, мкЗв/ч, БЭР/ч.

Зная мощность полевой эквивалентной дозы и время облучения можно рассчитать величину эквивалентной дозы (дозовую нагрузку), получаемую человеком, по формуле:

$$H = \int_0^t \dot{H} \cdot dt. \quad (7.4)$$

Соотношение между единицами мощности экспозиционной дозы и полевой эквивалентной дозы γ -излучения: $1 \text{ мкР/ч} = 0,01 \text{ мкЗв/ч}$ или $100 \text{ мкР/ч} = 1 \text{ мкЗв/ч}$.

Связь между системными и внесистемными единицами доз приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Связь между системными и внесистемными единицами доз

Доза	Единица измерения		Соотношение единиц
	международная	внесистемная	
Экспозиционная	Кулон на кг воздуха, (Кл/кг)	Рентген, (Р)	$1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$
Поглощённая	Грей (Гр)	рад	$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$
Индивидуальные: эквивалентная эффективная ожидаемая эффективная	Зиверт (Зв) Зиверт (Зв) Зиверт (Зв)	бэр бэр бэр	$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$
Коллективные: эффективная ожидаемая эффективная	человеко-зиверт (чел.-Зв) (чел.-Зв)	человеко-бэр (чел.-бэр) (чел.-бэр)	$1 \text{ чел.-Зв} = 100 \text{ чел.-бэр}$

Биологический эффект воздействия ионизирующего вида излучения зависит от вида излучения, энергии частиц и гамма-квантов.

Средняя эквивалентная доза – среднее значение эквивалентной дозы H_T в ткани или органе T с массой m_T .

Эффективная эквивалентная доза H_E – сумма средних эквивалентных доз

H_T в различных органах, умноженных на соответствующие взвешивающие коэффициенты W_T :

$$H_E = \sum_T H_T \cdot W_T. \quad (7.5)$$

Взвешивающие коэффициенты W_T характеризуют отношение риска облучения данного органа или ткани к суммарному риску при равномерном облучении всего тела. Они позволяют выровнять риск облучения вне зависимости от равномерности облучения тела человека.

Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) рекомендованы следующие значения взвешивающих коэффициентов для различных органов и тканей человека (табл. 7.3).

Таблица 7.3 – Значения взвешивающего коэффициента W_T (коэффициента радиационного риска) при равномерном облучении всего тела

Орган или ткань	W_T
1. Красный костный мозг	0,12
2. Толстый кишечник	0,12
3. Легкие	0,12
4. Желудок	0,12
5. Молочная железа	0,12
6. Остальные ткани*	0,12
7. Половые железы (гонады)	0,08
8. Мочевой пузырь	0,04
9. Пищевод	0,04
10. Печень	0,04
11. Щитовидная железа	0,04
12. Костная поверхность	0,01
13. Кожа	0,01
14. Головной мозг	0,01
15. Слюнные железы	0,05
Всего	1,00

*Остальные ткани: надпочечники, ткани экстрагепатического отдела, желчный пузырь, сердце, почки, лимфоузлы, мышечная ткань, слизистая полости рта, поджелудочная железа, тонкий кишечник, селезенка, тимус, предстательная железа (мужчины), матка/шейка матки (женщины).

Коллективная эквивалентная доза $H_{\text{КОЛ}}$ – это сумма индивидуальных эквивалентных доз у данной группы людей, умноженных на число людей в этой группе:

$$H_{\text{КОЛ}} = \sum_i H_i \cdot P_i, \quad (7.6)$$

где P_i – число лиц в данной группе, получивших эквивалентную дозу H_i .

Коллективная эквивалентная доза выражается в человеко-зивертах или человеко-бэрах: 1чел.-Зв = 100 чел.-бэр.

Все отдалённые последствия воздействия ионизирующих излучений на людей (онкологические, мутагенные) носят случайный характер и их вероят-

ность рассчитывается исходя из величины коллективной эквивалентной дозы.

2 Выполнение работы

Для выполнения измерений используются: *индикатор радиоактивности РАДЭКС РД1503 и прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений «РКСБ-104»*

Технические характеристики РАДЭКС РД1503:

➤ Диапазон измерений мощности AMBIENTного эквивалента дозы от 0,05 до 9,99 мкЗв/ч.

➤ Диапазон измерений мощности экспозиционной дозы от 5 до 999 мкР/ч.

➤ Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения от 0,1 до 1,25 МэВ.

➤ Время измерения – $40 \pm 0,5$ с.

Время индикации показаний – непрерывно.

Технические характеристики «РКСБ-104»:

➤ Диапазон измерений мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения – 0,1–99,99 мкЗв/ч.

➤ Диапазон измерений плотности потока бета-излучения с поверхности – 0,1–99,99 1/(с · см²) или 6–6000 1/(мин · см²).

➤ Диапазон измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов – $2 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^6$ Бк/кг или $5,4 \cdot 10^{-8}$ – $5,4 \cdot 10^{-5}$ Ки/кг.

➤ Диапазон энергии регистрируемых излучений: бета-излучения – 0,5–3,0 МэВ; гамма-излучения – 0,06–1,25 МэВ.

➤ Пределы допускаемых значений основной погрешности измерений: мощности полевой эквивалентной дозы – до 40 %; плотности потока бета-излучения – до 60 %; удельной активности – до 60 %.

При минимальном значении измеряемой величины требуется максимальное время проведения замеров.

Измерение мощности полевой эквивалентной дозы с помощью индикатора радиоактивности РАДЭКС РД1503

Подготовить прибор к работе.

1. Включите прибор, для чего нажмите большую кнопку (поз. 4 рис. 7.1). На дисплее разворачивается «экран РД1503» (поз. 1 рис. 7.1) и начинается оценка радиационной обстановки. Результат наблюдения появляется на дисплее через 10 секунд.

2. Для входа в меню и изменения размерность измерений, а также других настроек, нажмите кнопку «МЕНЮ» (поз. 2 рис. 7.1). Появляется содержание меню. По умолчанию установлено:

– размерность – мкЗв/ч;

– порог – 0,30 мкЗв/ч;

- звук – тихо;
- подсветка – выключена.

Для перемещения курсора по пунктам меню и выбираемым значениям используйте кнопку «КУРСОР», нажимая на края кнопки (поз. 3 рис. 7.1).

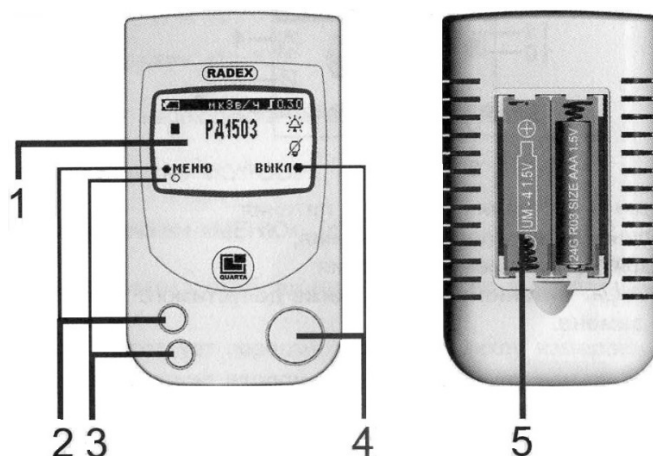


Рисунок 7.1 – Индикатор радиоактивности РАДЭКС РД1503:

- 1– ЖК-дисплей; 2 – кнопка «МЕНЮ» и её пиктограмма на дисплее;
- 3 – кнопка «КУРСОР» и её пиктограмма на дисплее;
- 4 – кнопка «ВЫКЛ» и её пиктограмма на дисплее; 5 – батарейный отсек

ВЫБОР пункта меню и его изменение осуществляется кнопкой «МЕНЮ».

ВЫХОД из меню осуществляется кнопкой «ВЫКЛ» (поз. 4 рис. 1).

3. Установите курсор на надпись «Размерность» и нажмите кнопку «МЕНЮ» для последующего изменения.

4. Выберите с помощью кнопки «КУРСОР» необходимые для проведения эксперимента единицы измерения (мЗР/ч) и нажмите кнопку «МЕНЮ» для изменения.

5. Вернитесь в главное меню, нажав кнопку «ВЫКЛ» (поз. 4 рис. 1).

6. Через 10 секунд на дисплее выводится первый результат короткого цикла и пиктограммы:

•	– соответствует первому короткому циклу измерения;
	– соответствует второму короткому циклу измерения;
	– соответствует третьему короткому.

Короткий цикл измерения равен 10 с и предназначен для быстрого получения предварительных результатов. Наиболее достоверный результат выводится на дисплей после первого (40 с) цикла измерения и отображается пиктограммой «|».

	– соответствует одному циклу измерения;
┌	– соответствует двум циклам измерения;
└	– соответствует трём циклам измерения;
□	– соответствует четырём и более циклам измерения.

Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом носит случайный характер, поэтому при малых значениях мощности экспозиционной дозы (на уровне естественного фона) может наблюдаться значительный разброс полученных результатов.

7. Проведите 10 циклов наблюдений, записывая показания каждого цикла измерений в таблицу 7.4.

8. После проведения измерений выключите прибор.

Таблица 7.4 – Результаты замеров

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность полевой эквивалентной дозы, мкЗв/ч (РАДЭКС РД1503)										
Мощность полевой эквивалентной дозы, мкЗв/ч (РКСБ-104)										

Измерение мощности полевой эквивалентной дозы с помощью радиометра РКСБ-104

1. Снять заднюю крышку-фильтр (4) прибора (рис. 7.2). Для этого необходимо сместить вниз запирающую защелку и, подав на себя верхнюю часть крышки-фильтра, извлечь её *осторожным* движением вверх.

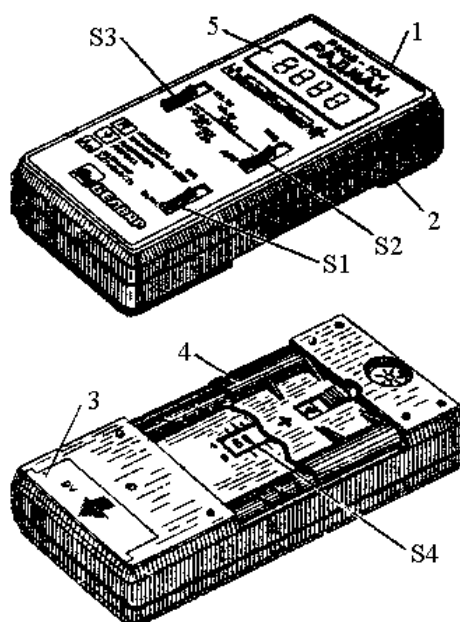


Рисунок 7.2 – Общий вид прибора «РКСБ-104»:

- 1 – корпус; 2 – задняя крышка; 3 – съёмная крышка отсека питания;
 4 – крышка-фильтр; 5 – жидкокристаллический индикатор;
 S1 – выключатель питания; S2 – переключатель режима работы прибора;
 S3 – тумблер переключения поддиапазонов;
 S4 – кодовый переключатель рода работ

2. Установить движки кодового переключателя S4 следующим образом (рис. 7.3):

S4.1, S4.3, S4.7, S4.8 в положение «0»;

S4.2, S4.4, S4.5, S4.6 в положение «1».

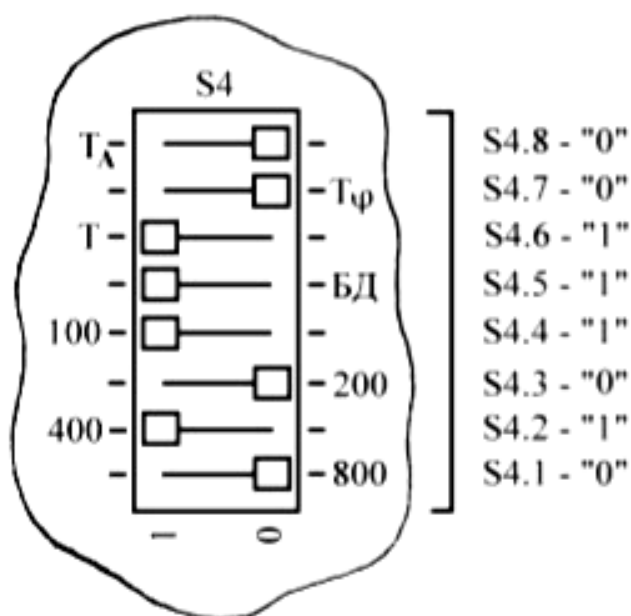


Рисунок 7.3 – Положение движков кодового переключателя

3. Установить на место крышку-фильтр.

4. Перевести органы управления прибора тумблера S2 и S3 в верхнее положение («MESS» для S2 и «х0.01

х0.01

х200» для S3).

5. Перевести тумблер S1 (красного цвета) в верхнее положение («EIN»).

6. Через 28 секунд прибор выдаст прерывистый звуковой сигнал, в правом нижнем углу табло индикатора появиться символ «F».

7. Появившееся на табло индикатора 4-х разрядное число необходимо умножить на пересчётный коэффициент (который указывается тумблером S3 и составляет 0,01 при измерениях мощности полевой эквивалентной дозы), что даст величину в микрозивертах в час (мкЗв/ч).

8. Время индикации установившегося значения около 14 секунд, за это время необходимо занести полученный результат в таблицу 7.4.

9. После прекращения звукового сигнала прибор автоматически повторяет измерение, получить 10 результатов и занести их в таблицу 7.4.

10. Выключить прибор, для чего перевести тумблер S1 (красного цвета) в нижнее положение («AUS»).

3 Статистическая обработка результатов

Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом носит случайный характер, поэтому при малых значениях мощности полевой эквивалентной дозы (на уровне естественного фона) может наблюдаться значительный разброс полученных результатов. Поэтому необходимо провести статистическую обработку полученных результатов. Статистическая обработка результатов имеет две основные задачи: представить результаты нескольких измерений в компактной форме; оценить надежность полученных результатов, т. е. степень их соответствия истинному значению определяемой величины.

Для решения этих задач необходимо предварительно оценить значимость и воспроизводимость полученных результатов.

1. Проверка наличия резко выделяющихся значений

Для исключения резко выделяющихся значений используют статистический метод исключения данных, сущность которого заключается в следующем:

находят в совокупности максимальную и минимальную величины и определяют расчетные значения критерия Смирнова-Грabbса:

$$V_{R\max} = \frac{Y_{\max} - \bar{Y}}{S(Y)} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (7.7)$$

$$V_{R\min} = \frac{\bar{Y} - Y_{\min}}{S(Y)} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (7.8)$$

сравнивают расчетные значения V_R с табличным V_T (табл. 7.5):

Если $V_{R\max} > V_T$ **или** $V_{R\min} > V_T$, то соответствующее резко выделяющееся значение Y необходимо исключить из ряда данных.

Если $V_{R\max} < V_T$ **или** $V_{R\min} < V_T$, то $Y_{\max}$ и $Y_{\min}$ не являются резко выделяющимися значениями.

Таблица 7.5– Критические значения критерия Смирнова-Грabbса V_T

Число измерений	Уровень доверительной вероятности P_D		
m	0,99	0,95	0,90
3	1,414	1,412	1,406
4	1,723	1,689	1,645
5	1,955	1,869	1,791
6	2,130	1,996	1,894
7	2,265	2,093	1,974
8	2,374	2,172	2,041
9	2,464	2,237	2,097
10	2,540	2,294	2,146

2. Расчет оценок: среднего – $\bar{Y}$, дисперсии – $S^2(Y)$, среднего квадратического отклонения (СКО) – $S(Y)$, коэффициента вариации $C(Y)$ по следующим формулам:

– среднее $\bar{Y}$:

$$\bar{Y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_i \quad (7.9)$$

– дисперсия $S^2(Y)$:

$$S^2\{Y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (7.10)$$

– среднее квадратическое отклонение (СКО):

$$S\{Y\} = \sqrt{S^2\{Y\}} \quad (7.11)$$

– коэффициент вариации $C(Y)$:

$$C(Y) = \frac{S(Y)}{\bar{Y}} \cdot 100 \quad (7.12)$$

Результаты статистической оценки данных записать в таблицу 7.6.

Таблица 7.6 – Результаты статистической оценки

№ п/п прибор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее $\bar{Y}$	Дисперсия $S^2(Y)$	СКО $S(Y)$	Коэффициент вариации $C(Y)$

3. Расчет величины относительной погрешности измерений

– относительная доверительная ошибка:

$$\delta(Y) = \frac{2 \cdot C(Y)}{\sqrt{m}} \quad (7.13)$$

Проанализировать полученное значение, сравнив его с данными таблицы 7.7 и сделать вывод о точности полученных измерений.

Таблица 7.7 – Оценка точности результатов исследований

Относительная ошибка $\delta\{\bar{Y}\}$, %	точность
≤ 2	высокая
2/5	средняя
5/10	низкая
> 10	очень низкая (недопустимая)

4. Определить требуемое количество измерений на приборе при заданной точности ($\delta(Y) = 5\%$), т. е. необходимое количество повторных измерений для получения результатов со средней точностью (в формулу подставляем желаемое значение $\delta(Y)$)

$$m(Y) \geq \left(\frac{u\{P_D\} \cdot C(Y)}{\delta(Y)} \right)^2 \quad (7.14)$$

где $u\{P_D\}$ – квантиль распределения случайной величины (для нормального распределения значения квантиля представлены в табл. 7.8).

По результатам расчёта сделать вывод о количестве необходимых дополнительных измерений

Таблица 7.8 – Квантиль нормального распределения случайной величины

Доверительная вероятность	Квантиль $u\{P_D\}$
0,90	1,64
0,95	1,96
0,99	2,58
0,9973	3,00
0,999	3,37

5. Оценка однородности полученных данных (для измерений с двух приборов) проводят *по критерию Фишера*:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ при } S_1^2 > S_2^2$$

или

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \text{ при } S_2^2 > S_1^2$$

Выбрать из таблицы 5 критическое значение критерия Фишера F_T и сравнить его с расчетным F , сделать вывод.

Если $F < F_T$, то приборы дают однородные показания.

Если $F > F_T$, то приборы дают отличные друг от друга показания.

Таблица 7.9 – Критические значения критерия Фишера F_T

Степень свободы для меньшей дисперсии $f_1 = m_1 - 1$	Степень свободы для большей дисперсии $f_2 = m_2 - 1$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98

Контрольные вопросы:

1. Что такое поглощенная доза?
2. Что такое эквивалентная доза?
3. Взвешивающий коэффициент (коэффициент качества излучения).
4. Что такое эффективная эквивалентная доза?
5. Что такое коллективная эквивалентная доза?

ЗАНЯТИЕ 8

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭМП НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Цель работы: ознакомиться с общими понятиями об электромагнитном излучении, нормированием электромагнитного излучения и приборами для его измерения; научиться определять фактические уровни ЭМП.

1 Основные сведения

По своему происхождению *электромагнитное излучение (ЭМИ)* и электромагнитный фон, создаваемый им, могут быть природными или техногенными.

К *природным электромагнитным полям (ЭМП)* относятся квазистатические электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и Галактик, атмосферные разряды.

Техногенное ЭМИ может быть, как производственным, так и бытовым. Известно, что мировые энергоресурсы удваиваются каждые 10 лет, а доля ЭМП в электроэнергетике за это время возрастает в три раза.

Спектр ЭМИ природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на организм человека, имеет диапазон волн от тысячи километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи).

В производственных условиях на работающих оказывает воздействие ЭМИ широкого спектра. В зависимости от диапазона волн различают:

- ЭМИ радиочастот (10^7 – 10^4 м);
- инфракрасное излучение ($< 10^4$ – $7,5 \cdot 10^{-7}$ м);
- видимую область ($7,5 \cdot 10^{-7}$ – $4 \cdot 10^{-4}$ м);
- ультрафиолетовое излучение ($< 4 \cdot 10^{-4}$ – 10^{-9} м);
- рентгеновское (гамма-) излучение ($< 10^{-9}$ м).

Существует и электротехническая шкала источников ЭМИ:

- низкочастотные – НЧ (0–60 Гц);
- среднечастотные – СЧ (60 Гц–10 кГц);
- высокочастотные – ВЧ (10 кГц–300 МГц);
- сверхвысокочастотные – СВЧ (300 МГц–300 ГГц).

По виду воздействия различают *изолированное* (от одного источника), *сочетанное* (от двух и более источников одного частотного диапазона), *смешанное* (от двух и более источников различных частотных диапазонов) и *комбинированное* (в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора) ЭМИ.

По времени воздействия в общем случае для единичного источника ЭМИ можно выделить два основных варианта облучения: *непрерывное стационарное* и *прерывистое*.

Отношение облучаемого лица к источнику облучения ЭМИ может быть *профессиональным*, то есть обусловленным выполнением производственных

операций, и непрофессиональным.

В радиационной гигиене различают *общее* (воздействию ЭМИ подвергается все тело) и *локальное* (местное) облучение.

В Республике Беларусь для регламентации безопасности воздействия ЭМИ на человека используются следующие документы: ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002, СанПиН 2.2.4.13.3–2006, СанПиН 2.2.4.11-25-2003, СанПиН 9-85-98 и другие.

Нормируемыми параметрами переменного магнитного поля являются напряженность поля и магнитная индукция (приложение В).

Напряженность электрического поля в данной точке представляет собой физическую величину, численно равную силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м) или в ньютонах на кулон (Н/К).

Магнитная индукция (плотность магнитного потока) – это физическая величина, численно равная силе, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, расположенный перпендикулярно к силовым линиям магнитного поля (МП), при токе в проводнике, равном единице силы тока. Единицей магнитной индукции является Тесла (Тл), то есть индукция такого поля, в котором на каждый метр длины проводника с током в 1 А, расположенного перпендикулярно к полю, действует сила в 1 Н ($1 \text{ Тл} = 1 \text{ Н/А-м}$).

Кроме индукции магнитное поле характеризуется напряженностью (А/м) и *магнитным потоком*, который представляет собой число силовых линий, проходящих через перпендикулярно расположенную к ним площадку. Единицей магнитного потока является Вебер (Вб) – это поток индукции в 1 Тл через площадку площадью 1 м.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут использоваться следующие методы и средства защиты: защита временем; защита расстоянием; снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике; экранирование источника; защита рабочего места от излучения; применение средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся: строгое выполнение требований к персоналу (возраст, пол, медицинское освидетельствование, обучение, проверка знаний, инструктаж и т. п.); рациональное размещение источников ЭМИ; оптимальные режимы работы оборудования и персонала; применение средств предупреждающей сигнализации (световой, звуковой, знаковой и др.).

Для предупреждения профессиональных заболеваний лиц, работающих в условиях ЭМИ, применяются такие меры, как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинские осмотры, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию ЭМИ.

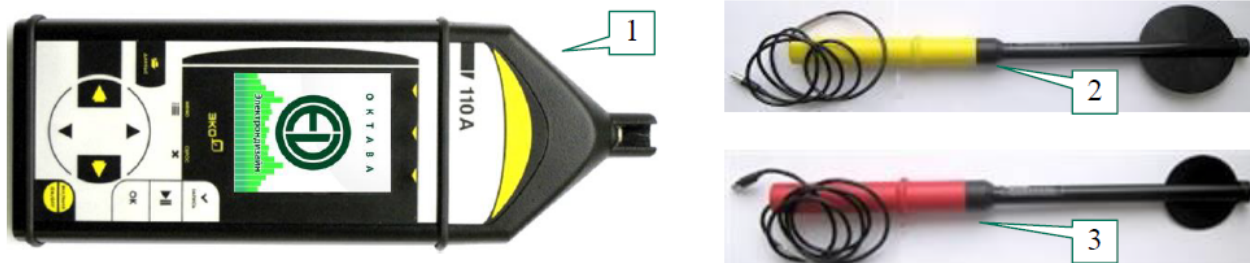
ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения параметров ЭМИ, провести оценку параметров ЭМИ на рабочем месте. Сравнить полученные данные с гигиеническим нормативом, сделать вывод о соответствии и разработать мероприятия по снижению уровня ЭМИ

2 Выполнение работы

Для проведения измерения параметров ЭМИ используем прибор ЭКОФИЗИКА-110А.

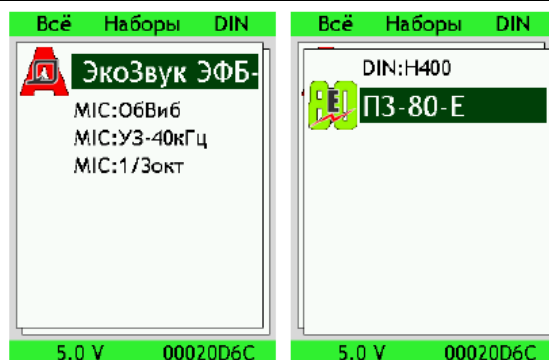
Порядок проведения оценки параметров ЭМИ

2.1 Разъем соединительного шнура от антенны (поз.2 или поз.3), вставляем в гнездо на задней панели шумомера (поз.1).



№	Наименование	Примечание
1	ИБ Белая ЭКОФИЗИКА-D с ИМ 110А	
2	Антенна П6-70	Для измерения магнитного поля
3	Антенна П6-71	Для измерения электрического поля

2.2 Прибор включается вручную клавишей [ВКЛ/ВЫКЛ]



2.2.1 Примерно через 2 секунды после включения появляется стартовое окно главного меню прибора.

2.2.2 Чтобы перейти для измерения ЭМП надо **Средняя контекстная клавиша [СКК] [Наборы]** перейти в окно «Наборы», которое содержит список наборов измерительных программ и запустить нужную измерительную программу (режим измерения), найдите её в подходящем списке, выделите клавишами [ВВЕРХ] / [ВНИЗ] и нажмите клавишу [ОК].

DIN:ПЗ-80-E	ПЗ-80-E
DIN:E300	ПЗ-80-E300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:E400	ПЗ-80-E400 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:H300	ПЗ-80-H300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:H400	ПЗ-80-H400 для ПЗ-80-ЕН500

2.2.3 Чтобы выйти из измерительной программы в стартовое окно, нажмите и удерживайте клавишу [ВЫКЛ].

2.2.4 После запуска измерительной программы на экране появляется одно из окон измерений (как правило, то, которое было активным при выключении последнего сеанса этой программы).

Измерения напряженности ЭМП должны проводиться во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом электроустановок. Измерения напряженности ЭМП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работника из зоны контроля.

Измерения напряженности ЭМП должны проводиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли, пола помещения или площадки обслуживания оборудования и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений.

При проведении измерений ЭМП и ЭСП на рабочем месте пользователя ВДТ, ЭВМ и (или) ПЭВМ должно быть включено все электрооборудование, используемое для работы и размещенное в помещении, в том числе устройства общего и местного освещения;

Измерения проводятся не ранее чем через 20 мин после включения питания ВДТ, ЭВМ и (или) ПЭВМ.

Для проведения измерений ЭМП и ЭСП на рабочих местах пользователей ВДТ, ЭВМ и (или) ПЭВМ на экране устанавливается типичное для данного вида работы изображение (текст, графики и другое).

Оценка соответствия уровней ЭМП, создаваемых на рабочем месте при работе с проводными периферийными устройствами ВДТ, ЭВМ и (или) ПЭВМ, осуществляется на частотах 0,3–300 кГц.

Измерение уровней ЭМП и ЭСП на рабочем месте пользователя ВДТ, ЭВМ и (или) ПЭВМ с дисплеями производится:

для дисплеев на ЭЛТ и плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные и другое) – в точках на вертикальной линии, расположенной на расстоянии 0,5 м (рис. 8.1) от экрана дисплея:

- на высоте $0,5 \pm 0,1$ м, $1,0 \pm 0,1$ м и $1,4 \pm 0,1$ м от поверхности пола при рабочей позе пользователя сидя;
- на высотах $0,5 \pm 0,1$ м, $1,0 \pm 0,1$ м и $1,7 \pm 0,1$ м от поверхности пола при работе пользователя в положении стоя;

для дисплеев портативных компьютеров – в точках на вертикальной линии, расположенной на расстоянии 0,4 м (рис. 8.1) от центра клавиатуры портативного компьютера:

- на высоте $0,5 \pm 0,1$ м, $1,0 \pm 0,1$ м и $1,4 \pm 0,1$ м от поверхности пола при работе пользователя в положении сидя;
- на высоте $0,5 \pm 0,1$ м, $1,0 \pm 0,1$ м и $1,7 \pm 0,1$ м от поверхности пола при работе пользователя в положении стоя;

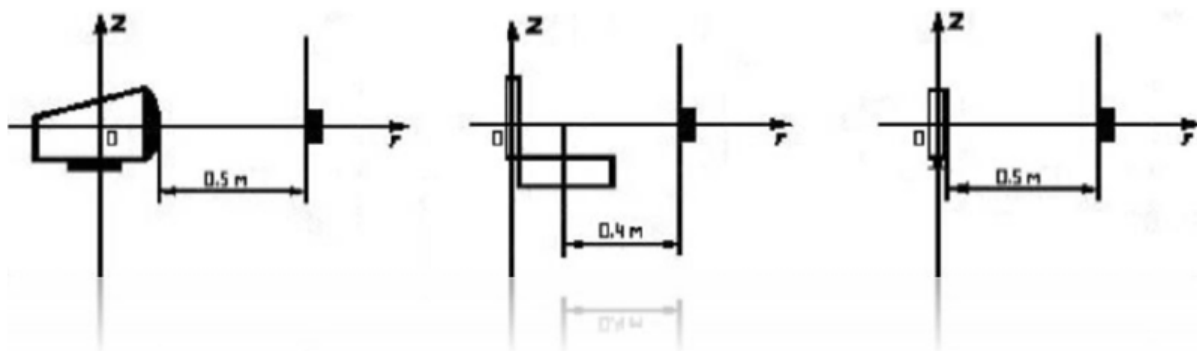


Рисунок 8.1 – Расположение измерительной антенны относительно экранов дисплеев ВДТ, ЭВМ или ПЭВМ

В каждой точке проводится не менее трех измерений ЭМП и ЭСП. Для оценки соответствия уровней ЭМП и ЭСП требованиям настоящего гигиенического норматива применяются максимальные из измеренных на различных высотах средних значений.

2.3 Включаем устройства ЭМП.

2.4. Выполнение измерений

2.4.1 Расположить антенну в выбранной точке измерений так, что бы рукоятка антенны находилась в горизонтальной плоскости. Нажать [СБРОС] (допускается сначала нажать [СБРОС], затем плавно переместить антенну в точку измерений. При этом индикаторный блок можно положить, например, на стол).

2.4.2 Медленно провернуть рамку антенны вокруг оси штанги на 180° , при этом антенна должна оставаться в плоскости измерений (рис. 8.2). Необходимо следить, чтобы точка, соответствующая центру рамки, не смещалась относительно выбранной точки измерений.

2.4.3 Удерживая центр рамки в контрольной точке, повернуть штангу антенны в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси на 45° (рис. 8.2), и повторить п.2.4.2.

2.4.4 Повторить движение, описанное в п.2.4.3, ещё 2 раза (рис. 8.2).

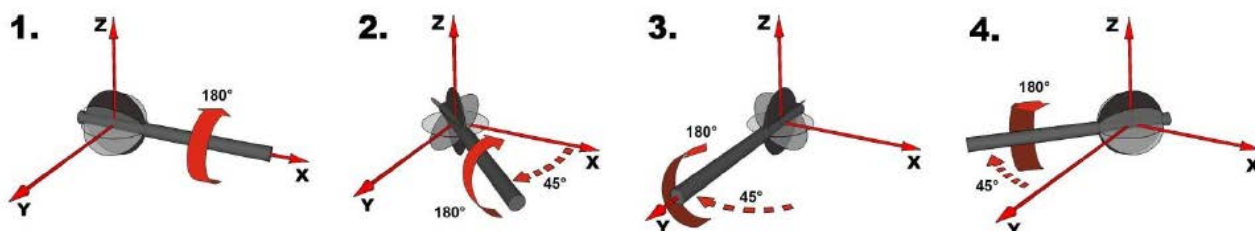


Рисунок 8.2 – Расположение измерительной антенны при проведении измерений

2.4.5 После завершения вращений по п.п. 2.4.2–2.4.4 остановить измерение клавишей **СТОП** индикаторного блока. Записать значение максимальной напряженности МП или ЭП в выбранной полосе частот

2.5 Повторить п.п. 2.4.2–2.4.4 не менее 4 раз.

Время, за которое производится измерение: $t_{\text{зам}}'' = 30''$ сек.

2.6 Клавиша [МЕНЮ] переключает между меню измерительной программы и активным окном результатов измерений.

Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е» показаны на рисунке 8.3

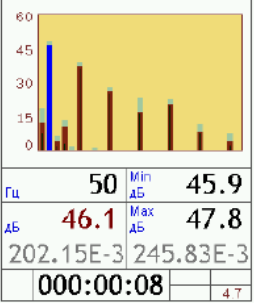
Окно	Доступные клавиши														
«График» ДЗ СКЗ А/м 	[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ) [СКК] – не действует [ПКК] – переключает индикацию единиц измерений: А/м или нТл [ВВЕРХ] и [ВНИЗ] – изменение вертикальной шкалы графика [ВЛЕВО] и [ВПРАВО] – перемещение частотного курсора [СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9) [ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в запись [ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10 [ОК] – перейти в следующее измерительное окно [МЕНЮ] - перейти в меню измерительной программы [ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)														
<i>Примечание.</i> В предпоследней строчке окна «График» показаны текущее (слева) и максимальное (справа) среднеквадратичные значения напряженности поля (магнитной индукции) в А/м (нТл)															
Окно	Доступные клавиши														
«Все СКЗ и Пик» 30-300 Гц А/м <table border="1"> <tr> <td>Max</td><td>103.43E-3</td></tr> <tr> <td>СКЗ</td><td>59.35E-3</td></tr> <tr> <td>Min</td><td>34.99E-3</td></tr> <tr> <td>Leq</td><td>68.39E-3</td></tr> <tr> <td>ПикТ</td><td>125.50E-3</td></tr> <tr> <td>Пик</td><td>277.56E-3</td></tr> <tr> <td>000:01:52</td><td>4.7</td></tr> </table>	Max	103.43E-3	СКЗ	59.35E-3	Min	34.99E-3	Leq	68.39E-3	ПикТ	125.50E-3	Пик	277.56E-3	000:01:52	4.7	[ЛКК] – цикл 10-30 кГц / 3-30 кГц / 5-2000R(режекция 50Гц)/5-2000 Гц/ 0,3-3кГц / 30-300 Гц/50 Гц [СКК] – цикл 30-300 Гц / 0,3-3кГц / 3-30кГц / 10-30кГц/5-2000R(режекция 50Гц)/5-2000 Гц/50 Гц [ПКК] - переключает индикацию единиц измерений: А/м / нТл / дБ [ВВЕРХ], [ВНИЗ] – аналогично [ПКК] [ВЛЕВО], [ВПРАВО] – аналогично [СКК] [СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9) [ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в запись [ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10 [ОК] – перейти в следующее измерительное окно [МЕНЮ] - перейти в меню измерительной программы [ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)
Max	103.43E-3														
СКЗ	59.35E-3														
Min	34.99E-3														
Leq	68.39E-3														
ПикТ	125.50E-3														
Пик	277.56E-3														
000:01:52	4.7														

Рисунок 8.3 – Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е»

2.7 Результаты измерений, используя окна прибора, заносим в протокол оценки параметров ЭМИ (табл. 8.1)

Таблица 8.1 – Протокол проведения оценки ЭМИ на рабочих местах

Устройство ЭМП	Составляющая ЭМП	Точки замера в помещении (0,5 м от устрой- ства)	Результаты замеров				Среднее зна- чение	Норма	Вывод
			1	2	3	4			
	Электрическая составляющая (E), кВ/м (<i>Электрическая составля- ющая E, В/м</i>)	0,5 м от пола						0,5 (500)	
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							
	Магнитная составляющая (H), А/м (<i>Магнитная индукция B, мкТл</i>)	0,5 м от пола						4(5)	
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							

Контрольные вопросы:

1. Электромагнитное излучение и его виды?
2. Как воздействует электромагнитное излучение на организм человека?
3. Как нормируется электромагнитное излучение?
4. Методы защиты от воздействия электромагнитного излучения?

ЗАНЯТИЕ 9

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

Цель работы: получить практические навыки по определению пожарной опасности легковоспламеняющихся жидкостей

1 Основные сведения

Большинство промышленных предприятий отличается повышенной пожарной опасностью, так как их характеризуют сложность производственных процессов и установок, наличие значительного количества огнеопасных жидкостей, горючих газов, твердых сгораемых материалов, большого количества емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленной сети трубопроводов с запорно-пусковой и регулирующей арматурой, большого количества электроустановок.

Пожарная опасность – возможность возникновения или развития пожара, заключенная в каком-либо веществе или процессе.

Пожароопасность веществ и материалов – это совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Она определяется показателями, выбор которых зависит от агрегатного состояния вещества (материала) и условий его применения.

Горение – быстро протекающая реакция окисления горючего вещества, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и излучением света. Горение возможно только при наличии горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Все горючие жидкости способны испаряться, и их горение происходит в паровой фазе, находящейся над поверхностью жидкости; количество паров зависит от состава жидкости и ее температуры. Горение жидкости, как и любого горючего вещества, начинается с воспламенения, которое возможно только при условии частичного испарения жидкости и смешивания ее паров с воздухом.

Вспышка – быстрое горение горючей смеси паров жидкости с воздухом, не сопровождающееся образованием области сжатых газов.

Температура вспышки – наименьшая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от постороннего внешнего источника. При такой температуре еще не возникает устойчивого горения вещества, т. к. скорость образования паров и газов незначительна, и поэтому наблюдается только сгорание образовавшейся смеси, после чего пламя гаснет.

В зависимости от температуры вспышки жидкости подразделяются на *легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)* с температурой вспышки паров не выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом тигле) и *горючие (ГЖ)* с температу-

рой вспышки выше 61 °С и 66 °С соответственно.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения температуры вспышки ЛВЖ, провести оценку параметров пожарной опасности ЛВЖ. Определить категорию помещения по взрывопожароопасности.

2 Выполнение работы

Прибор для определения температуры вспышки паров горючих и легко воспламеняющихся жидкостей с электрическим подогревом (ПВНЭ). В крышке имеются отверстия – одно в центре и два меньшего размера по бокам, которые открываются при смещении подвижной заслонки. При повороте зубец, закрепленный на подвижной заслонке, упирается в зажигательную лампочку и в тот момент, когда заслонка полностью откроет все отверстия, пламя зажигательной лампочки вводится через центральное отверстие в реакционный сосуд. Для зажигания паров жидкости в смеси с воздухом используют фитильную лампочку, заправленную легким маслом; пламя лампочки регулируют так, чтобы оно имело форму сферы диаметром 4–5 мм. Иногда в момент вспышки паров пламя лампочки гаснет.

2.1 Рассчитать предварительную температуру вспышки жидкости, пользуясь эмпирическими формулами (9.1–9.3) при заданной температуре кипения. Определить истинную температуру вспышки паров испытуемой жидкости по формулам (9.4) и (9.5).

Предварительную температуру вспышки (по Кельвину) можно приблизительно рассчитать, пользуясь эмпирической формулой:

$$T'_B = 0,736 \cdot T_K, \quad (9.1)$$

где T'_B – предварительная температура вспышки, К; T_K – температура кипения жидкости, К.

Температура кипения жидкости (K) определяется по формуле

$$T_K = t_K + 273. \quad (9.2)$$

где t_K – температура кипения жидкости, °С.

Предварительно температура вспышки в °С определяется по формуле:

$$t'_B = T'_B - 273, \quad (9.3)$$

где t'_B – предварительная температура вспышки, °С;

Поправку на величину атмосферного давления определяют по формуле

$$\Delta t = 0,345 \cdot (P - 101,3), \quad (9.4)$$

где Δt – поправка на барометрическое давление, °С; P – барометрическое давление в момент испытания, кПа; 101,3 кПа – барометрическое давление в нормальных условиях.

Расчетная температура вспышки определяется по формуле:

$$t_B = t_B' + \Delta t, \quad (9.5)$$

2.2 Избегая образования брызг и пузырьков наполнить тигель исследуемой жидкостью до отметки уровня. Тигель закрыть крышкой и, избегая сотрясения, вставить его в ванну.

2.3 Включаем в сеть электронагреватель (электродуховку) прибора. Скорость нагрева жидкости должна быть 1 °С/мин (если температура вспышки ниже 50 °С) или 5–6° С/мин (если вспышка происходит в интервале 50–150 °С). При нагреве жидкости необходимо постоянно ее перемешивать.

2.4 Оценивание проводят начиная с температуры на 10 °С меньшей ожидаемой температуры вспышки через 1 °С, если она ниже 50 °С, и через 2 °С, если она выше 50 °С. При достижении такой температуры жидкости зажигают фитильную лампочку. Во время испытания производят перемешивание и, поворачивая головку механизма заслонки так, чтобы тело лампочки доходило до центра отверстия крышки, производят зажигание паро-воздушной смеси внутри тигля. Отверстие крышки должно быть открытым не более 1 с. Если вспышка не произошла, испытываемую жидкость продолжают перемешивать, повторяя операцию зажигания через указанные ранее промежутки температуры жидкости. За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении над поверхностью жидкости ясно различимого синего пламени.

2.5 Результаты оценки показателей пожарной опасности жидкости занести в таблицу 9.1 протокола оценки.

2.6 Определить категорию помещения по пожароопасности (табл. 9.2)

Таблица 9.1 – Оценки показателей пожарной опасности жидкости

Наименование горючей жидкости	Номера проб на вспышку и показания термометра, °С					Барометрическое давление, кПа	Поправка на барометрическое давление, °С	Расчетное значение температуры вспышки, °С	Экспериментальное значение температуры вспышки, °С	Категория помещения по пожароопасности
	1	2	3	4	5					

Таблица 9.2 – Категории помещений по взрывопожароопасности в соответствии с ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок.

Категория помещения	Характеристика вещества и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А Взрывопожаро- опасная	Горючие газы с нижним пределом воспламенения 10 % и ниже, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки до 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожаро- опасная	Горючие газы, нижний предел воспламенения которых свыше 10 %, горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, ГЖ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 Пожароопасная	Легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, пожароопасные твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1, Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Контрольные вопросы

1. Горение это?
2. Вспышка это?
3. Что понимается под пожарной опасностью веществ и материалов?
4. Что такое температура вспышки?
5. На какие классы делятся горючие жидкости?

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека : учебное пособие для студентов / И. М. Прищепа, В. А. Ключев, А. Н. Дударев. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 328 с.
2. Мархоцкий, Я. Л. Безопасность жизнедеятельности человека : учебное пособие для студентов / Я. Л. Мархоцкий. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 416 с.
3. Ковчур, С. Г. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие / С. Г. Ковчур, В. Н. Потоцкий, А. А. Трутнёв. – Витебск : УО «ВГТУ», 2008. – 131 с.
4. Козлов, А. И. Экология человека. Питание : учебное пособие для вузов / А. И. Козлов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 236 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/513146>. – Дата доступа: 02.05.2023.
5. Кузьмич, В. В. Промышленная экология. Практикум : учебное пособие для студентов / В. В. Кузьмич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – 319 с.
6. Ларионов, Н. М. Промышленная экология : учебник и практикум для вузов / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2022. – 441 с.
7. Нормативы допустимых сбросов, определение необходимой степени очистки сточных вод перед отведением их в водоем [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/77/MY%20к%20ЛР/ЕiKSOS/7-Normativi-dopustimih-sbrosov.pdf>. – Дата доступа: 02.05.2023.
8. Ольшанский, А. И. Основы энергосбережения : курс лекций / А. И. Ольшанский, Н. В. Беляков ; – Витебск. : УО «ВГТУ», 2007. – 233 с.
9. Охрана труда в лёгкой промышленности : учебное пособие / С. Г. Ковчур [и др.] ; УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2016. – 476 с.
10. Пивоварчик, А. А. Охрана труда : учебно-методическое пособие / А. А. Пивоварчик. – Гродно : ГрГУ, 2021. – 431 с.

Нормативные правовые акты

11. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 № 213.
12. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета министров республики Беларусь 25.01.2021 № 37. – Режим доступа: 10.02.2023.
13. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 № 213.

14. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180» и постановления от 16 ноября 2015 г. № 111 «О внесении изменений в постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180». [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 20 нояб. 2012 г., № 180 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.

15. СТБ 1429-2003 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.

16. СТБ 1537-2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования.

17. ТКП 17.08-03-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах.

18. ТКП 45-2.04-43-2006 Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования.- Минск: Министерство архитектуры и строит-ва РБ, 2007 – 32с.

19. ТКП 45-3.02-231-2011 (02250/02300) Защитные сооружения гражданской обороны. Нормы проектирования.

20. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок. – Взамен НПБ 5-2005. – Введен 2013-01-29. – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013 – 57 с.

21. Министерство труда и социальной защиты республики Беларусь [Электронный ресурс] = <http://www.mintrud.gov.by>

22. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] = <https://minpriroda.gov.by/ru>

Приложение А.

Удельные выбросы загрязняющих веществ

Таблица А.1 – Удельные выбросы веществ группы 1 и потребление топлива в зависимости от скорости движения транспортного потока, г/авт.км

Расчетная модель	Наименование вещества и потребление топлива	Скорость, км/ч											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ЛБ	СО	32,1	17,1	11,8	9,1	7,4	6,3	5,0	4,5	4,3	4,3	4,5	5,0
	NO _x	1,62	1,77	1,94	2,12	2,32	2,53	2,76	3,00	3,25	3,52	3,81	4,11
	VOC	3,9	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
	CH ₄	0,21	0,17	0,13	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06
	Потреблен. топлива	130,5	82,2	69,3	61,7	55,8	51,6	49,2	48,4	49,4	52,1	56,5	62,7
ЛД	СО	1,44	0,97	0,77	0,65	0,57	0,52	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35
	NO _x	0,79	0,68	0,59	0,52	0,47	0,44	0,43	0,44	0,48	0,53	0,60	0,69
	VOC	0,53	0,28	0,19	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05
	CH ₄	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	PM	0,37	0,30	0,24	0,20	0,17	0,14	0,13	0,13	0,15	0,17	0,21	0,25
	Потребление топлива	99,0	82,4	68,6	57,5	49,3	43,8	41,2	41,4	44,3	50,1	58,6	70,0
ГАБ	СО	43,76	31,94	22,33	14,93	9,73	6,74	5,96	7,39	11,03	16,87	24,92	–
	NO _x	2,13	2,31	2,49	2,67	2,85	3,03	3,21	3,39	3,57	3,74	3,92	–
	VOC	4,37	3,40	2,57	1,88	1,32	0,89	0,60	0,45	0,43	0,54	0,80	–
	CH ₄	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	–
	Потребление топлива	175,9	148,3	125,1	106,1	91,4	81,0	74,9	73,1	75,6	82,3	93,4	–
ГАД	СО	1,59	1,40	1,24	1,12	1,05	1,01	1,02	1,06	1,14	1,27	1,43	–
	NO _x	4,02	3,07	2,29	1,67	1,22	0,93	0,80	0,83	1,03	1,39	1,92	–
	VOC	0,21	0,23	0,29	0,38	0,51	0,68	0,87	1,11	1,38	1,68	2,02	–
	CH ₄	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	–
	PM	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	–
	Потребление топлива	125,8	104,7	88,1	75,7	67,8	64,2	64,9	70,0	79,5	93,3	111,5	–
ГД	СО	7,53	4,65	3,51	2,88	2,46	2,17	1,95	1,78	1,64	1,52	–	–
	NO _x	17,08	10,27	7,62	6,17	5,24	4,29	4,13	4,09	4,17	4,37	–	–
	VOC	5,32	2,90	2,03	1,58	1,30	1,10	0,96	0,86	0,77	0,71	–	–
	CH ₄	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	–	–
	PM	1,81	1,09	0,81	0,66	0,56	0,49	0,44	0,40	0,37	0,34	–	–
	Потребление топлива	345,2	245,7	201,4	174,9	156,8	147,0	156,8	169,1	183,9	201,3	–	–
АГ	СО	10,62	6,34	4,69	3,78	3,20	2,80	–	–	–	–	–	–
	NO _x	27,02	18,86	15,29	13,17	11,73	10,67	–	–	–	–	–	–
	VOC	4,07	1,99	1,31	0,98	0,78	0,64	–	–	–	–	–	–
	CH ₄	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	–	–	–	–	–	–
	PM	1,44	0,87	0,64	0,52	0,44	0,39	–	–	–	–	–	–
	Потребл. топлива	507,5	376,2	315,8	278,9	253,3	234,1	–	–	–	–	–	–
АМ	СО	9,24	5,16	3,67	2,89	2,39	2,05	1,80	1,61	1,46	1,34	1,23	1,15
	NO _x	27,78	17,63	13,51	11,19	9,66	8,26	7,95	7,84	7,94	8,23	8,72	9,41
	VOC	5,74	3,10	2,16	1,68	1,38	1,17	1,02	0,91	0,82	0,74	0,68	0,63
	CH ₄	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
	PM	1,70	1,02	0,76	0,61	0,52	0,45	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27
	Потребление топлива	554,0	381,1	306,2	262,2	232,4	214,6	202,0	198,3	203,6	217,8	241,0	273,0
М	СО	19,72	21,14	22,36	23,38	24,20	24,82	25,49	26,14	26,81	27,50	28,21	–
	NO _x	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	–
	VOC	16,36	13,32	10,98	9,34	8,40	8,16	8,40	8,33	8,31	8,36	8,47	–
	CH ₄	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	–
	Потребление топлива	39,0	34,9	32,0	30,4	30,0	30,9	32,4	34,0	35,5	37,0	38,3	–

Таблица А.2 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при остановке (торможении – разгоне) транспортных средств, г/ост.

Расчетная модель	СО	NOx	VOC	PM	Топливо
М	1,2	0,2	0,2	–	12
ЛБ	3,4	0,5	0,7	–	28
ЛД	1,0	0,25	0,35	0,1	25
ГАБ	18	4,0	1,3	–	40
ГАД	2,4	2,6	0,6	0,2	35
ГД	3,3	3,6	0,8	0,25	70
АГ	3,6	3,9	1,5	0,3	80
АМ	3,5	3,7	1,5	0,3	75

Таблица А.3 – Поправочные коэффициенты, учитывающие зависимость выбросов веществ при остановке МТС от скорости движения транспортного потока

	Изменение скорости движения при торможении – разгоне, км/ч									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Поправочный коэффициент	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,70	1,91	2,13

Таблица А.4 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при задержке движения (работе на холостом ходу), г/мин

Расчетная модель	СО	NOx	VOC	PM	Топливо
М	4,2	0,02	0,35	–	14
ЛБ	2,8	0,05	0,85	–	28
ЛД	1,2	0,30	0,25	0,01	20
ГАБ	4,5	0,05	2,3	–	35
ГАД	1,5	0,45	0,12	0,01	30
ГД	2,9	0,93	0,3	0,035	60
АГ	4,6	0,60	0,5	0,03	70
АМ	4,6	0,60	0,5	0,03	70

Таблица А.5 – Поправочный коэффициент, учитывающий долю в транспортном потоке МТС расчетных моделей ЛБ и ЛД с холодным (не разогретым) двигателем

Расчетная модель	Наименование вещества и потребление топлива	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
ЛБ	CO	2,13	1,90	1,69	1,37	1,26	1,21	1,21	1,13	1,34	1,51	1,69	1,90
	NO _x	1,06	1,05	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,05
	VOC	1,75	1,60	1,46	1,25	1,17	1,14	1,14	1,09	1,23	1,34	1,46	1,60
	CH ₄	1,75	1,60	1,46	1,25	1,17	1,14	1,14	1,09	1,23	1,34	1,46	1,60
	Потреблен. топлива	1,18	1,16	1,13	1,09	1,07	1,07	1,07	1,06	1,09	1,11	1,13	1,16
ЛД	CO	1,38	1,30	1,23	1,12	1,09	1,07	1,07	1,04	1,11	1,17	1,23	1,30
	NO _x	1,13	1,10	1,07	1,03	1,02	1,01	1,01	1,00	1,03	1,05	1,07	1,10
	VOC	1,91	1,70	1,51	1,22	1,12	1,07	1,07	1,01	1,19	1,34	1,51	1,70
	CH ₄	1,91	1,70	1,51	1,22	1,12	1,07	1,07	1,01	1,19	1,34	1,51	1,70
	PM	1,93	1,70	1,49	1,18	1,07	1,07	1,02	0,96	1,15	1,31	1,49	1,70
	Потреблен. топлива	1,14	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,06	1,07	1,09	1,11

Приложение Б.

Калорийность некоторых продуктов питания

Таблица Б.1 – Калорийность некоторых продуктов питания

Продукты	Количество на 100 г продукта					Количество на 100 г продукта			
	Жиры	Белки	Углеводы	Ккал		Жиры	Белки	Углеводы	Ккал
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Мясо									
Баранина 1 кат.	16,3	15,6	0,0	209	«Диетическая» вареная колбаса	13,5	12,1	0,0	170
Мякоть говядины сырая	19,6	26,2	0,0	135	«Молочные» сосиски	23,9	11,0	0,4	261
Телятина 1 кат.	2,0	19,7	0,0	97	Говяжьи сосиски	20,1	10,4	0,8	226
Сердце говяжье (свиное)	3,5 (4,0)	16,0	2,0 (2,6)	96 (101)	Грудинка свинины копчено-запеченная	52,7	10,0	0,0	514
Сардельки говяжьи отварные	18,2	11,4	1,2	215	Корейка свинины копчено-запеченная	48,2	10,2	0,0	475
Печень говяжья	4,0	20,0	4,0	127	«Диетическая» вареная колбаса	13,5	12,1	0,0	170
Печень свиная	3,8	18,8	4,7	109	«Молочные» сосиски	23,9	11,0	0,4	261
Грудинка свиная сырая	45,0	12,0	1,0	458	Грудинка свинины с/к	63,3	8,9	0,0	605
Сало сырое	89,0	3,0	0,0	812	Консервы «Завтрак туриста» из говяд.	14,9	20,5	0,2	217
Сердце свиное	4,0	16,2	2,6	101	Консервы «Завтрак туриста» из свинины	31,0	16,9	0,2	347
Язык говяжий	12,1	16,0	2,2	173	Консервы «Паштет мясной» из говяд.	23,3	16,1	0,4	275
Язык свиной	16,0	15,9	2,2	208	Голень индейки с кожей сырая	7,0	20,0	0,0	144
«Брауншвейгская» с/к колбаса	42,2	27,7	0,2	491	Белое мясо индейки сырое	2,0	24,0	0,0	115
«Одесская» п/к колбаса	38,1	14,8	0,3	402	Утки 1 кат.	38,0	15,8	0,0	405

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
«Охотничьи» п/к колбаски	40,0	25,3	0,3	463	Кролик сырой (отварной)	8,4 (10,4)	30,2 (25,5)	0,0	205 (194)
«Докторская» вареная колбаса	22,2	12,8	1,5	257	Бедро кур с кожей сырое	15,4	24,9	0,0	245
Консервы «Паштет печеночный»	28,1	11,6	3,4	301	Крыло кур с кожей сырое	19,3	26,6	0,0	288
Консервы из курицы в собственном соку	9,9	23,2	0,4	183	Грудка кур б/кожи сырая	3,5	30,8	0,0	164
Пельмени отварные	13,9	9,9	13,5	219	Печень курицы сырая	5,0	17,0	0,0	116
Бройлеры (цып.) 1 кат.	16,1	18,7	0,0	220	Котлеты из индейки (кур)	12,2 (10,4)	18,6 (18,2)	8,7 (13,8)	220 (222)
Желудок курицы сырой	2,0	18,0	0,0	94	Индейка отварная	19,8	23,6	0,0	273
Сердце курицы сырое	9,0	16,0	1,0	153	Гуси 1 кат.	39,0	15,2	0,0	412
Курица гриль	0,0	27,1	13,5	237	Индейка целиком сырая	7,0	28,9	0,0	187
Курица отварная	17,0	22,6	0,0	244					
Жиры									
Шпик свиной соленый	90,0	1,4	0,0	816	Масло сливочное «Крестьянское»	72,5	0,8	1,3	661
Жир куриный	99,7	0,0	0,0	897	Масло кукурузное, льняное, оливковое, подсолнечное, рапсовое	99,9	0,0	0,0	899
Майонез «Провансаль»	67,0	2,8	3,7	629					
Молоко и молочные продукты									
Масса творожная сладкая с ванил. 20,0 % жирности	23,0	7,1	27,1	345	Сыр Фета	21,0	14,0	4,0	264
Молочное мороженое	3,5	3,7	21,3	132	Сыр Чеддер	33,0	25,0	1,0	403
Мороженое молочное в шоколаде глазури	15,0	3,2	20,6	231	Сырки глазир. 10 % жир	10,9	9,4	33,1	270
Моцарелла	22,0	22,0	21,0	300	Сырки глазир. 0,1 % жир	27,7	7,9	32,6	413

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Простокваша 2,5 % жирн.	2,5	2,9	4,1	53	Творог «Столовый» 2,0 % (5 %) жирн.	2,0 (5,0)	20,0 (21)	3,0	114
Ряженка 2,5 % жирн.	2,5	2,9	4,2	54	Творог 9,0 % жирн.	9,0	18,0	3,0	169
Сметана 10,0 % жирн.	10,0	2,7	3,9	119	Творог нежирный	0,6	22,0	3,3	110
Сметана, (сливки) 25,0 % жирн.	25,0	2,4	3,2 (3,9)	250	Молоко пастеризованное, 2,5 % жирн.	2,5	2,9	4,8	54
Сыр сычужный твердый «Российский»	29,5	23,2	0,0	364	Сливки пастеризованные 20,0 % жирн.	20,0	2,5	4,0	207
Маргарин молочный	82,0	0,3	1,0	743	Кефир 2,5 % жирн.	2,5	2,9	4,0	53
Масло сладко-сливочное несоленое	82,5	0,5	0,8	748	Йогурт сладкий 3,2 % жирн.	3,2	5,0	8,5	87
Сыр Тильзитер	26,0	24,0	2,0	340	Сыр сычужный рассольный «Сулугуни»	22,0	20,5	0,4	286
Рыба									
Килька балтийская	9,0	14,1	0,0	137	Горбуша	6,5	20,5	0,0	140
Макрель свежая	14,0	19,0	0,0	205	Камбала дальневосточ.	3,0	15,7	0,0	90
Минтай	0,9	15,9	0,0	72	Кета	5,6	19,0	3,2	181
Мойва осенняя	18,1	13,6	0,0	217	Форель морская (речная) свежая	7,0 (5,0)	21,0	0,0	148 (138)
Навага	1,6	19,2	0,0	91	Икра кеты (горбуши) зернистая	13,2(11,5)	31,5 (30,6)	1,0	249 (230)
Окунь морской	3,3	18,2	0,0	103	Икра минтая пробойная	1,8	27,9	1,1	132
Форель горячего (холодного) копчения	11,8(11,0)	37,0 (22,3)	0,0	264 (248)	Скумбрия атлант.	13,2 (18,0)	18,1 (19,3)	0,0	191 (239)
Икра зернистая черная (осетровая)	13,8(14,5)	26,8 (38,2)	0,8 (1,5)	235 (289)	Хек	2,2	16,6	0,0	86
Сайда свежая	2,0	38,0	0,0	178	Кальмар (мясо)	2,2	18,0	2,0	100
Креветки свежие	2,0	20,0	1,0	106	Сельдь атлантическая жирная (нежирная)	19,5 (6,5)	17,7 (19,1)	0,0	248 (135)

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Мидии	2,0	11,5	3,3	77	Ставрида океанич.	4,5	18,5	0,0	114
Карп	5,3	16,0	0,0	112	Треска	0,6	16,0	0,0	69
Лещ	4,4	17,1	0,0	105	Печень трески, консервы	65,7	4,2	1,2	613
Окунь речной	0,9	18,5	0,0	82	Тунец	4,6	24,4	0,0	139
Раки речные	1,0	15,5	1,2	76	Щука	1,1	18,4	0,0	84
Сазан	2,7	18,2	0,0	97	Шпроты в масле, консервы	32,4	17,4	0,0	363
Сом	5,1	17,2	0,0	115	Бутерброд с соленой горбушей	2,7	6,7	14,8	110
Судак	1,1	18,4	0,0	84	Бутерброд с икрой кеты	3,9 (3,5)	5,5 (5,2)	15,0	117 (112)
Зерновые									
Крупа гречневая ядрица	3,3	12,6	57,1	308	Крупа перловая ячневая	1,1	9,3	66,9	315
Крупа кукурузная	1,2	8,3	71,0	328	Крупа пшено шлиф.	3,3	11,5	66,5	342
Крупа манная	1,0	10,3	70,6	333	Крупа рисовая	1,0	7,0	74,0	333
Крупа овсяная	6,1	12,3	59,5	342	Макароны из муки в/с	1,3	11,0	70,5	338
Хлопья "Геркулес" овсяные	6,2	12,3	61,8	352	Мука высшего сорта	1,3	10,8	69,9	334
Печенье затяжное из муки высшего сорта	11,3	8,5	69,7	414	Мука сеяная ржаная	1,4	6,9	66,3	305
Печенье сахарное из муки высшего сорта	9,8	7,5	74,4	417	Крупа перловая ячневая	1,1	9,3	66,9	315
Печенье сдобное из муки высшего сорта	16,8	6,4	68,5	451	Крупа пшено шлиф.	3,3	11,5	66,5	342
Сухари сливочные из муки высшего сорта	10,8	8,5	66,7	399	Хлеб пшеничный из муки высш. сорта	0,8	7,6	49,2	235
Сушки простые из муки высшего сорта	1,2	10,7	71,2	339	Хлеб бородинский	1,3	6,8	39,8	201

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Хлебцы докторские	2,6	8,2	46,3	242	Баранки сдобные из муки высшего сорта	8,0	8,3	60,4	348
Батон нарезной из муки высшего сорта	2,9	7,5	51,4	262	Блины из муки 1 сорта	3,1	5,1	32,6	189
Булочки сдобные из муки высшего сорта	9,4	7,9	55,5	339					
Овощи									
Капуста белокочан. (краснокочан.)	0,1 (0,2)	1,8 (0,8)	4,1 (5,1)	29 (26)	Пастернак (корень)	0,5	1,4	9,2	47
Капуста брокколи	0,4	2,8	6,6	34	Патиссон	0,1	0,9	8,6	34
Петрушка	0,4	3,7	7,6	49	Перец сладкий	0,1	1,3	4,9	26
Фасоль стручковая, консервы	0,1	1,2	2,4	16	Брюссельская капуста	0,3	3,4	8,9	43
Салат зеленый	4,1	1,8	2,4	54	Капуста цветная	0,3	2,5	4,2	30
Помидоры	0,0	0,6	4,2	20	Капуста кольраби	0,2	2,8	7,9	44
Рагу овощное	4,5	1,9	10,6	91	Морская капуста	0,2	0,9	0,0	5
Свекла	0,1	1,5	8,8	42	Картофель	0,4	2,0	16,3	77
Спаржа	0,1	1,9	3,1	21	Кабачки	0,3	0,6	4,6	24
Тыква	0,1	1,0	4,4	22	Морковь	0,1	1,3	6,9	35
Чеснок	0,5	6,5	29,9	149	Лук репка свежий (жарен.)	0,2 (13,5)	1,4 (4,5)	8,2 (27,4)	4 (251)
Щавель	0,3	1,5	2,9	22	Огурцы грунт.(парник)	0,1	0,8 (0,7)	2,5 (1,9)	14 (11)
Баклажаны	0,1	1,2	4,5	24	Редька черная (репа)	0,29 (0,2)	1,9 (1,5)	6,7 (6,2)	136 (32)
Имбирь свежий	1,0	2,0	18,0	80	Икра из кабачков, консервы	8,9	1,9	7,7	119
					Кукуруза сладкая	1,0	3,0	19,0	86
Фрукты									
Ананас	0,2	0,4	11,5	52	Яблоки (яблоки суш.)	0,4 (0,1)	0,4 (2,2)	9,8 (59)	47 (253)
Апельсин (мандарин)	0,2	0,9 (0,8)	8,1 (7,5)	43 (38)	Гранат	0,6	0,7	14,5	72
Вишня (черешня)	0,2 (0,4)	0,8 (1,1)	10,6	52	Арбуз	0,1	0,6	5,8	27

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Абрикосы	0,1	0,9	9,0	44	Крыжовник	0,2	0,7	9,1	45
Клубника (варенье из клубники)	0,3 (0,1)	0,7 (0,3)	7,7 (74)	32 (285)	Виноград (изюм)	0,6	0,63	15,4 (79)	72 (299)
Малина (ежевика)	0,5	0,8 (1,5)	8,3 (4,4)	46 (34)	Инжир (инжир суш.)	0,2 (0,8)	0,7 (3,1)	12,0 (57,9)	54 (257)
Смородина черная (смородина красная)	0,4 (0,2)	1,0 (0,6)	7,3 (7,7)	44 (43)	Лимон (лимон с сах.)	0,1	0,9 (0,6)	3,0 (38)	34 (169)
Черника (голубика)	0,6 (0,5)	1,1 (1,0)	7,6 (6,6)	44 (39)	Персик (курага)	0,1 (0,4)	0,9 (3,0)	9,5 (57)	45 (254)
Клюква	0,2	0,5	3,7	28	Рябина черноплодная	0,2	1,5	10,9	55
Облепиха	5,4	1,2	5,7	82	Слива садовая (черно-слив)	0,3 (0,7)	0,8 (2,3)	9,6 (57)	49 (256)
Шиповник (шиповник сушеный)	0,7 (1,4)	1,6 (3,4)	22,4 (48)	1109 (284)	Финики	0,5	2,5	69,2	292
Груша (груша сушеная)	0,3 (0,6)	0,4 (2,3)	10,3 (62,6)	47 (270)	Хурма	0,4	0,5	15,3	67
Грейпфрут	0,2	0,7	6,5	35	Киви	0,4	0,8	8,1	47
Яйца и яйцепродукты									
Яйцо целое куриное и отварное	11,5	12,7	0,7	157	Яичница глазунья	20,9	12,9	0,9	243
Белок	0,0	11,1	1,0	48	Яйцо под майонезом	24,5	4,1	4,7	256
Желток	31,2	16,2	0,0	354	Перепелиное яйцо	13,1	11,9	0,6	168
Орехи и семечки									
Грецкий орех	60,8	16,2	11,1	656	Миндаль жареный	53,7	18,6	13,0	609
Кедровые орехи	68,0	14,0	13,0	673	Фисташки	44,0	21,0	28,0	557
Лещина	62,6	13,0	9,3	42	Фундук	61,5	15,0	9,4	651
Оливки (мякоть)	23,7	1,6	19,0	296	Семечки подсолнечника	51,0	21,0	20,0	584
					Тыквенные семечки	42,0	33,0	12,0	500
Грибы									
Вешенки	0,0	3,0	6,0	43	Грибы белые свежие (суш.)	1,7 (14,3)	3,7 (30,3)	1,1 (9,0)	34 (286)
Грибы опята	1,2	2,2	0,5	22	Грибы шампиньоны	1,0	4,3	0,1	27

Окончание таблицы Б1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Грибы подберезовики, подосиновики	0,5–0,8	2,1–3,3	1,2	20–22	Грибы лисички	1,0	1,5	1,0	19
Напитки									
Кофе черный с сахаром	0,2	0,0	0,3	45	Какао со сгущенным молоком и сахаром	7,5	8,2	51,6	321
Кофе растворимый черный	0,0	0,0	0,0	1	Кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром	8,6	8,4	53,0	324
Кофе эспрессо	0,0	0,0	0,0	2	Сок морковный	0,1	1,1	12,6	56
Кофе на молоке	1,0	0,7	11,2	58	Сок апельсиновый	0,1	0,7	13,2	60
Квас хлебный	0,0	0,2	5,2	27	Сок грейпфрутовый	0,1	0,3	7,9	38
Сок яблочный	0,1	0,5	10,1	46	Сок виноградный	0,2	0,3	16,3	70
Сок томатный	0,1	1,0	2,9	18	Напиток Соса-sola	0,0	0,0	12,0	44
Вода (вода минеральная «Боржоми», «Есентуки», «Минская-4», «Дарида»)	0,0	0,0	0,0	0,0	Чай ромашковый	0,0	0,0	0,0	1
Зеленый чай без сахара	0,0	0,0	0,3	1,0	Холодный чай Lipton, Nestea с лимоном	0,0	0,0	9,0	36
Черный чай без сахара	0,0	0,0	0,0	0,1					

Приложение В.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Таблица В.1 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности факторов производственной среды и трудового процесса при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами» (постановление Совета министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37))

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля. Электрическая составляющая не более: диапазон частот 5 Гц–2 кГц; диапазон частот 2–400 кГц	25,0 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока не более: диапазон частот 5 Гц–2 кГц; диапазон частот 2–400 кГц	250 нТл 25 нТл
Напряженность электростатического поля не более	15 кВ/м

Таблица В.2 – ПДУ ЭМП и ЭСП при работе с периферийными устройствами

	ЭМП диапазонов частот					ЭСП
	0,3–300 кГц	0,3–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–300 ГГц	
ПДУ	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²	15 кВ/м

Таблица В.3 – ПДУ интенсивности излучения в ультрафиолетовом диапазоне при работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ на расстоянии 0,5 м со стороны экрана

ПДУ при диапазоне длин волн		
200–280 нм	280–315 нм	315–400 нм
не допускается	0,0001 Вт/м ²	0,1 Вт/м ²

Таблица В.4 – ПДУ интенсивности излучения в инфракрасном и видимом диапазоне излучения при работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ на расстоянии 0,5 м со стороны экрана

ПДУ при диапазоне длин волн		
400–760 нм	760–1050 нм	свыше 1050 нм
0,1 Вт/м ²	0,05 Вт/м ²	4,0 Вт/м ²

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения при работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ на расстоянии 0,05 м от экранов на базе электронно-лучевой трубки (далее – ЭЛТ) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час).

Учебное издание

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Практикум

Составители:

Гречаников Александр Викторович
Скобова Наталья Викторовна

Редактор *Р.А. Никифорова*

Корректор *А.С. Прокопюк*

Компьютерная верстка *А.В. Гречаников*

Подписано к печати 10.05.2024. Формат 60x90^{1/16}. Усл. печ. листов 5,3.
Уч.-изд. листов 6,7. Тираж 30 экз. Заказ № 111.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.