**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Расчет 1. ПРОГНОЗ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

Определяющим фактором в данном вопросе является численность населения Земли.

Демографические показатели характеризуются: половозрастным составом, рождаемостью, смертностью, естественным приростом населения.

Демографические показатели являются важнейшей характеристикой населения, отражающей влияние социально-экономических процессов на здоровье общества, и существенно зависят от уровня здравоохранения и от качества окружающей среды.

Ключевой фактор, определяющий диспропорции в темпах прироста населения, - суммарный коэффициент рождаемости (СКР). СКР - это среднее число детей, которое рожает женщина в течении жизни (статические данные). Если СКР=2, то обеспечивается неизменная численность населения, так как два ребёнка заменят отца и мать, когда те умрут. Если СКР < 2, то будет наблюдаться снижение численности населения, потому что родительское поколение будет замещено не полностью. А СКР >2, обусловит рост населения, так как число родителей будет возрастать с каждым поколением.

Во всех странах рождение и смерть регистрируются. Для сравнения прироста в разных странах рассчитывают среднее число рождений и смертей на 1000 человек в год. Эти показатели называют общим коэффициентом рождаемости (ОКР) и смертности (ОКС) соответственно. Данные цифры не учитывают, какую часть населения страны составляют пожилые и молодые люди, мужчины и женщины.

ОКР определяется как соотношение количества детей, родившихся за определённый период времени, к средней численности населения.

ОКР= х 1000 (1.1)

ОКС определяется как отношение количества умерших людей за определённый период времени, к средней численности населения.

ОКС= х 1000 (1.2)

Естественный прирост определяется как разность между ОКР и ОКС.

ЕПр=ОКР-ОКС (1.3)

**Прогноз общей численности населения и естественного прироста через 100 лет при заданном СКР**

Выполните прогноз общей численности населения и естественного прироста через 100 лет при заданном среднем коэффициенте рождаемости (СКР). При этом считайте, что: дети рождаются у женщин возрастом 21-30 лет, женщины составляют в заданной возрастной группе 50 %, продолжительность жизни: 70 лет. Расчет вести через 10 лет.

Исходный состав населения приведен в таблице 1.2, величина СКР в таблице 1.1. Исходный состав населения выбирается исходя из уровня развития страны. Страна относится к высокоразвитым (ВР) при национальном доходе более 20 000 $, умеренно развитым (УР) – от 6 000 до 20 000 $, слаборазвитыми (СР) – менее 6 000 $.

**Исходные данные для расчета.**

*Таблица 1.1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВВариант | Страна | Нац. доход на душу населения, $ | Численность населения,  2022, млн | СКР (2022) | СКР |
| 1 | Германия | 48 580 | 83,349 | 1,6 | +0,054 |
| 2 | Япония | 41 710 | 124, 830 | 1,4 | -0,004 |
| 3 | США | 65 850 | 336,023 | 1,7 | -0,049 |
| 4 | Австралия | 55 100 | 26,665 | 1,6 | -0,033 |
| 5 | Ю.Корея | 33 790 | 51,780 | 1,0 | -0,030 |
| 6 | Греция | 19 750 | 10,741 | 1,3 | -0,011 |
| 7 | Китай | 10 410 | 1,426,550 | 1,7 | -0,004 |
| 8 | Бразилия | 9 130 | 218,326 | 1,7 | +0,004 |
| 9 | Мексика | 9 480 | 128,650 | 2,0 | -0,027 |
| 10 | Индия | 2 120 | 1,410,687 | 2,1 | -0,053 |
| 11 | Нигерия | 2 030 | 216,826 | 5,1 | -0,026 |
| 12 | Пакистан | 1 410 | 228,052 | 3,3 | +0.004 |
| 13 | Эфиопия | 850 | 113,657 | 3,9 | -0,006 |
| 14 | Руанда | 830 | 11,953 | 3,8 | -0,245 |
| 15 | Сальвадор | 4 000 | 6,454 | 1,8 | -0,032 |
| 16 | Иордания | 4 410 | 11,110 | 2,6 | -0,138 |
| 17 | Испания | 30 390 | 46,935 | 1,4 | -0,018 |
| 18 | Австрия | 51 460 | 8,915 | 1,5 | +0.003 |
| 19 | Франция | 42 450 | 68,960 | 1,8 | -0,017 |
| 20 | Россия | 11 260 | 145,000 | 1,5 | -0,021 |

*Таблица 1.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень развития  страны | Количество людей возрастом, % населения в группе | | | | | | |
| 0 - 10 | 11 - 20 | 21 - 30 | 31 - 40 | 41 – 50 | 51 – 60 | 61 - 70 |
| ВР | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 8 |
| УР | 24 | 20 | 16 | 14 | 11 | 9 | 6 |
| СР | 25 | 22 | 17 | 14 | 10 | 7 | 5 |

**Пример расчета.**

Исходные данные: страна Аргентина, СКР=2,2; СКР=-0,005. Национальный доход 11130 $.

Порядок расчета

1. По таблице 1.2 выбираем исходный состав населения в % для умеренно развитых стран, рассчитываем количество населения в каждой возрастной группе

*Таблица 1.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество людей возрастом, в % и в млн. человек. | | | | | | |  |
| 0 - 10 | 11 – 20 | 21 - 30 | 31 - 40 | 41 – 50 | 51 - 60 | 61 - 70 | Всего |
| 24% | 20% | 16% | 14% | 11% | 9% | 6% | 100% |
| 10,8 | 9 | 7,2 | 6,3 | 4,95 | 4,05 | 2,7 | 45 млн |

1. Проведем расчет для первого десятилетия.

Количество женщин в возрастной группе 21-30 лет составляет 50 % от общего количества людей: 7,2 \*0,5=3,6 млн человек.

Определим число детей, родившихся у них за 10 лет: СКР \* 3,6=2,2 \* 3,6=7,92 млн чел.

За этот же период умерло 2,7 млн чел (люди, которые находились в возрастной группе 61-70, и за 10 лет превысили порог 70-летия).

Таким образом, общая численность населения: 7,92+10,8+9+7,2+6,3+4,95+4,05=50,22 млн. человек

Определим основные показатели по формулам (1.1) – (1.3):

ОКР = х 1000 = 157,7

ОКС = х 1000 =53,76

ЕПр = 157,7 -39,8 = 103,94

1. Проведем расчет для следующего десятилетия.

Дети (7,92 чел) из возрастной группы 0 - 10 лет через 10 лет перейдут в возрастную группу 11 - 20 лет, а из возрастной группы 11 - 20 (10,8) перейдут в возрастную группу 21 - 30 лет и т. д.

В следующие 10 лет СКР уменьшится на величину СКР и составит: 2,2-0,005 = 2,195

Количество женщин: 9 \*0,5=4,5 (млн. человек).

Число родившихся детей: 2,195 4,5 = 9,88 (млн. чел).

Количество умерших людей: 4,05 (млн. чел.)

Общая численность людей: 56,05 (млн. чел.)

ОКР = х 1000 = 176,23

ОКС = х 1000 = 72,26

ЕПр=176,23 – 72,26 = 103,97

Аналогичный расчет проводим до 100 лет.

Результаты расчётов приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время, лет |  | Количество людей возрастом, млн. чел | | | | | | | Общая численность, млн. чел. | Умерло. млн. чел. | ОКР | ОКС | ЕПр |
| 0-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 |
| 0 | 2,2 | 10,8 | 9 | 7,2 | 6,3 | 4,95 | 4,05 | 2,7 | 45 | - | - | - | - |
| 10 | 2,195 | 7,92 | 10,80 | 9,00 | 7,20 | 6,30 | 4,95 | 4,05 | 50,22 | 2,7 | 157,71 | 53,76 | 103,94 |
| 20 | 2,19 | 9,88 | 7,92 | 10,80 | 9,00 | 7,20 | 6,30 | 4,95 | 56,05 | 4,05 | 176,23 | 72,26 | 103,97 |
| 30 | 2,185 | 11,83 | 9,88 | 7,92 | 10,80 | 9,00 | 7,20 | 6,30 | 62,92 | 4,95 | 187,94 | 78,67 | 109,28 |
| 40 | 2,18 | 8,65 | 11,83 | 9,88 | 7,92 | 10,8 | 9 | 7,2 | 65,28 | 6,30 | 132,55 | 96,51 | 36,04 |
| 50 | 2,175 | 10,77 | 8,65 | 11,83 | 9,88 | 7,92 | 10,80 | 9,00 | 68,84 | 7,2 | 156,39 | 104,59 | 51,81 |
| 60 | 2,17 | 12,86 | 10,77 | 8,65 | 11,83 | 9,88 | 7,92 | 10,80 | 72,70 | 9,00 | 176,89 | 123,79 | 53,10 |
| 70 | 2,165 | 9,39 | 12,86 | 10,77 | 8,65 | 11,83 | 9,88 | 7,92 | 71,29 | 10,80 | 131,69 | 151,49 | -19,81 |
| 80 | 2,16 | 11,65 | 9,39 | 12,86 | 10,77 | 8,65 | 11,83 | 9,88 | 75,03 | 7,92 | 155,34 | 105,56 | 49,78 |
| 90 | 2,155 | 13,89 | 11,65 | 9,39 | 12,86 | 10,77 | 8,65 | 11,83 | 79,04 | 9,88 | 175,73 | 124,97 | 50,76 |
| 100 | 2,15 | 10,12 | 13,89 | 11,65 | 9,39 | 12,86 | 10,77 | 8,65 | 77,33 | 11,83 | 130,81 | 124,97 | -22,12 |

Выводы по расчету:

1. Численность населения Аргентины за 100 лет увеличилась в 1.7 раза (77,27/45)
2. Изменение состава населения: дети: количество примерно прежнее, работающие: количество увеличилось, пенсионеры: количество значительно увеличилось.

**Расчет 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ РАЙОНА**

Для прогнозирования экологической ситуации в районе застройки проводят определение его демографической емкости.

**Демографическая емкость** – это максимальное число жителей района, которое может быть в его границах при условии обеспечения наиболее важных повседневных потребностей населения за счет ресурсов рассматриваемой территории с учетом необходимости сохранения экологического равновесия. Под последним понимают такое состояние природной среды района, при котором может быть обеспечена саморегуляция и воспроизводство основных ее компонентов, т.е. атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенного покрова, растительности и животного мира.

При нарушении экологического равновесия на территории возможно возникновение экологического кризиса и даже экологического бедствия.

**Задание для расчета**

1. Изучите методику расчетов.
2. Определите по формулам (1) – (6) частные коэффициенты Д1 ... Д6, принимая наибольшие и наименьшие значения величин входящих в ту или иную формулу.
3. Постройте гистограмму (по оси ординат принять равномерную сетку, например, 20, 40, 60, 80, 100 тыс. чел. и выше) демографической емкости района застройки, указав значения Д1 .... Д6 (их значения надо округлять до целого числа).

На гистограмме выделить зеленым цветом окончательный показатель емкости, т.е. наименьшее значение из коэффициентов Д1 ... Д6, вычисленных им для территории района своего варианта задания.

1. Проанализируйте графический материал с целью выявления основных лимитирующих условий, которые ограничивают хозяйственное развитие района застройки, включая увеличение численности его населения.
2. Сделайте вывод о целесообразности освоения данного района застройки под промышленное и гражданское строительство, эксплуатации поверхностных и подземных вод, использовании лесов и водоемов для рекреационных целей, организации пригодной сельскохозяйственной базы.
3. Проанализируйте лимитирующие условия и предложите рекомендации, внедрение которых позволит увеличить численность населения в районе застройки. Эти рекомендации должны способствовать увеличению (К1, Е, Э, Л, В, С, К3, К4) и уменьшению (Н1, Р, Н2, М1, М2 и П) параметров, входящих в формулы (1) – (6).
4. Сравните возросшие частные демографические емкости рассматриваемой территории и сделайте вывод о максимально возможной численности населения.

**Исходные данные**

Таблица 2.1

Варианты для выполнения задания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варианта | ТР, га | К1 | Э, м3/сут.  га | Е, м3/сут | Л, % | В, км | К3 | К4 |
| 1 | 305086 | 0,05 | 0,10 | 4 300 000 | 78 | 24 | 0,30 | 0,25 |
| 2 | 283948 | 0,04 | 0,08 | 3 600 000 | 40 | 22 | 0,50 | 0,25 |
| 3 | 180375 | 0,06 | 0,09 | 4 100 000 | 66 | 20 | 0,31 | 0,25 |
| 4 | 250917 | 0,05 | 0,09 | 3 200 000 | 67 | 28 | 0,30 | 0,25 |
| 5 | 204725 | 0,04 | 0,10 | 4 200 000 | 57 | 28 | 0,41 | 0,25 |
| 6 | 344314 | 0,03 | 0,08 | 4 000 000 | 67 | 27 | 0,29 | 0,30 |
| 7 | 195674 | 0,05 | 0,09 | 3 000 000 | 72 | 20 | 0,25 | 0,30 |
| 8 | 281577 | 0,04 | 0,07 | 3 500 000 | 84 | 21 | 0,26 | 0,30 |
| 9 | 216650 | 0,06 | 0,07 | 3 600 000 | 42 | 24 | 0,55 | 0,30 |
| 10 | 437836 | 0,03 | 0,07 | 4 400 000 | 50 | 28 | 0,47 | 0,30 |
| 11 | 178590 | 0,05 | 0,10 | 4 000 000 | 43 | 27 | 0,50 | 0,25 |
| 12 | 187082 | 0,05 | 0,10 | 3 800 000 | 30 | 26 | 0,58 | 0,25 |
| 13 | 97011 | 0,05 | 0,09 | 3 000 000 | 37 | 23 | 0,60 | 0,20 |
| 14 | 255724 | 0,03 | 0,08 | 3 100 000 | 48 | 22 | 0,40 | 0,20 |
| 15 | 203278 | 0,04 | 0,07 | 3 100 000 | 42 | 21 | 0,56 | 0,20 |
| 16 | 149562 | 0,05 | 0,07 | 2 900 000 | 31 | 20 | 0,66 | 0,20 |
| 17 | 187434 | 0,04 | 0,08 | 2 800 000 | 74 | 25 | 0,25 | 0.30 |
| 18 | 163299 | 0,04 | 0,09 | 2 800 000 | 74 | 23 | 0,26 | 0,30 |
| 19 | 187136 | 0,04 | 0,10 | 2 700 000 | 51 | 24 | 0,46 | 0,20 |
| 20 | 265937 | 0,05 | 0,10 | 2 700 000 | 62 | 20 | 0,36 | 0,20 |

**Методика расчетов**

Методика состоит в определении и сопоставлении между собой шести частных демографических емкостей рассматриваемого района в следующем порядке.

1. **Демографическая емкость**, чел., по наличию территорий, пригодных для промышленного и гражданского строительства, определяется как:

Д1 =ТР × К1 × 1000 / Н1 ,

где ТР – территория района, га;

К1 – коэффициент, показывающий долю территории, получившей наивысшую оценку по пригодности для промышленного и гражданского строительства (принимается в пределах 0,05);

Н1 – ориентировочная потребность в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы района (берется 25 га). Этот показатель чаще всего бывает наибольшим. Однако в горных районах он может оказаться лимитирующим и обусловить демографическую емкость района застройки. В небольших по территории, но плотно заселенных районах целесообразно определять этот показатель дифференцированно для промышленности и населения.

1. **Емкость территории**, чел., по поверхностным водам определяется как

Д2 = Е × К2 × 1000 / Р ,

где Е – сумма расходов в водотоках при входе в район, м3/сут;

К2 – коэффициент, учитывающий необходимость разбавления сточных вод (принимают на реках южного стока К2 = 0,25, а северного стока К2 = 0,10; Р = нормативная водообеспеченность 1000 жителей (принимают от 1500 м3/сут.)).

1. **Емкость территории**, чел., по подземным водам определяется как

Д3 = Э × ТР × 1000 / РС ,

где Э – эксплуатационный модуль подземного стока, м3 (сут.га);

РС – специальный норматив водоснабжения 1000 жителей (принимают 40 м3/сут.).

1. **Емкость территории**, чел., по условиям организации отдыха в лесу определяется как

Д4 = ТР × Л × 0,5 × 10 / (Н2 × М1)

где Л – лесистость района, %;

0,5 – коэффициент, учитывающий необходимость зеленых зон городов;

Н2 – ориентировочный норматив потребности 1000 жителей в рекреационных территориях (принимают 2000 га);

М1 – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (принимают для регионов с умеренным климатом М1 = 0,3, а с жарким климатом (М1 = 0,1)).

1. **Емкость территории**, чел., по условиям организации отдыха у воды определяется как

Д5 = 2В×С×1000 / (0,5 × М2) ,

где В – длина водотоков, пригодных для купания, км;

С – коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей (принимают для районов лесной и лесостепной зон С = 0,5, а степной зоны С = 0,3);

0,5 – ориентировочный норматив потребности 1000 жителей в пляжах, км;

М2 – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (принимают для регионов с умеренным климатом М2 = 0,1, а с жарким климатом М2 = 0,3).

1. **Емкость территории**, чел., по условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы определяется как

Д6 = ТР ×КЗ ×К4 ×1000 / П ,

где К3 – коэффициент, учитывающий долю территории района, включенную по результатам комплексной оценки в категории "благоприятные" и "ограниченно благоприятные" для сельского хозяйства;

К4 – коэффициент, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных земель под пригородную базу;

П – ориентировочный показатель, отражающий потребности 1000 жителей района в землях пригородной сельскохозяйственной базы (принимают в зависимости от агроэкономических характеристик территории П = 1000 га).

**Расчет 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДЕРЕВЬЕВ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА, ВЫРАБОТАННОГО РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ**

**Углекислый газ или диоксид углерода** — малотоксичный газ, в нормальных условиях без запаха и цвета. CO2 — небольшая, но важная составляющая воздуха, он является одним из элементов окружающей среды, участвует в процессе фотосинтеза, метаболизма, выделяется людьми и животными, а также в ходе брожения и гниения.

Для организма человека углекислый газ не менее важен, чем кислород, а их баланс поддерживают естественные процессы — фотосинтез и дыхание.

Углекислый газ выполняет важную функцию в атмосфере земли, он участвует в процессе фотосинтеза, воздействует на теплообмен. А также формирует «парниковый эффект» и влияет на климат.

**Основные источники углекислого газа — природного происхождения.** Он вырабатывается людьми, растениями и животными, содержится в вулканических газах, выделяется при разложении органики.

**К техногенным источникам относятся** выбросы промышленных предприятий, транспорт, производство электроэнергии, сжигание ископаемого топлива.

Первым доказательством постоянного роста концентрации углекислого газа в атмосфере стала работа Чарльза Дэвида Килинга — американского учёного климатолога. С 1958 года он проводил регулярные частые измерения концентрации CO2 в атмосфере на Южном полюсе и на Гавайях.

Содержание углекислого газа в атмосфере сохраняет устойчивые тенденции роста. **PPM** — величина, означающая одну миллионную долю. В случае измерения CO2, количество PPM показывает количество кубических сантиметров CO2 на 1 кубометр воздуха. Так, в 2009 г. средняя концентрация CO2 составляла 387 ppm., а в 2016 г. превысила отметку в 400 ppm. В 2017 г. был зафиксирован уровень CO2 в 403,3 ppm, в 2018 г. — 410,26 ppm., в 2019 г. — уже 415,28. А в мае 2020 г. концентрация углекислого газа в атмосфере установила новый рекорд — 417,1 ppm.

Экология любого города, например Москва, немыслима без зеленых насаждений. Эти элементы городской среды предают городу не только эстетическую красоту, но и являются обогатителями атмосферы кислородом и очищают ее.

Необходимо понимать, что процесс выделения кислорода зелеными растениями непосредственно связан с их ростом, который идет достаточно медленно: деревья растут годы, десятилетия и даже века, а сгорают за минуты.

Оба этих процесса могут быть выражены одной химической реакцией, идущей в различных направлениях. В одном случае атом углерода присоединяет молекулу кислорода, образуя углекислый газ (СО2), в другом молекула углекислого газа усваивается растением. При этом она распадается: атом углерода идет на образование древесины, а молекула кислорода выделяется в атмосферу. То есть в процессе образования древесины кислород является побочным продуктом.

**Для выполнения задания необходимо:**

1. Рассчитать количество углекислого газа, выделившегося процессе деятельности деятельность заданных источников;
2. Рассчитать количество углекислого газа, поглотившегося в последствии роста заданных видов деревьев;
3. Рассчитать количество деревьев, необходимого для поглощения углекислого газа, выработанного различными источниками.

**Часть 1:** **Рассчитать количество углекислого газа, выделившегося в процессе деятельности заданных источников за год**

**Исходные данные:**

Таблица 3.1 - Коэффициенты перевода расхода топлива в энергетические единицы и содержание углерода по видам топлива

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Источник загрязнения | Потребление топлива, т/год  FC' | Коэффициенты перевода в тонны условного топлива, *k* | Содержание углерода, Wс |
| 1 | ТЭЦ на угольном топливе (уголь якутский) | 754,7 | 0,751 | 0,75 |
| 2 | ТЭЦ на природном газе | 4408,0 | 1,154 | 0,43 |
| 3 | ТЭЦ на природном газе | 3207 | 1,154 | 0,43 |
| 4 | Генератор на дизельном топливе | 2600,0 | 1,450 | 0,59 |
| 5 | Сжигание бытовых отходов | 23680,0 | 0,341 | 0,73 |
| 6 | ТЭЦ на мазуте | 5800,0 | 1,370 | 0,62 |
| 7 | ТЭЦ на мазуте | 4750,0 | 1,370 | 0,62 |
| 8 | Генератор на керосине | 20666,0 | 1,470 | 0,57 |
| 9 | Сжигание попутного нефтяного газа | 1500,0 | 1,154 | 0,48 |
| 10 | Сжигание попутного нефтяного газа | 2234,0 | 1,154 | 0,48 |
| 11 | Генератор на газовом топливе (сжиженный газ) | 1404,4 | 1,570 | 0,45 |
| 12 | Генератор на газовом топливе (сжиженный газ) | 1404,4 | 1,570 | 0,45 |
| 13 | ТЭЦ на торфе | 3067,4 | 0,340 | 0,85 |
| 14 | Сжигание горючих производственных отходов | 13000,0 | 1,000 | 1,14 |
| 15 | ТЭЦ на угольном топливе (уголь тувинский) | 10500,0 | 0,906 | 0,75 |
| 16 | Печи каминные | 1,9 | 1,450 | 0,62 |
| 17 | Генератор на бензине | 2080,0 | 1,490 | 0,55 |
| 18 | ТЭЦ на угольном топливе (каменный уголь) | 4628,9 | 0,768 | 0,76 |
| 19 | ТЭЦ на угольном топливе (каменный уголь) | 5918,0 | 0,768 | 0,76 |
| 20 | ТЭЦ на угольном топливе (уголь якутский) | 1009,5 | 0,751 | 0,75 |

**Методика расчета**

Рассчитываем расход топлива, который определяется по формуле:

(1.1)

где  – расход топлива, т или тыс.м3 при условии, что источник загрязнения работает 365 дней в году без перерывов;

– коэффициент перевода в тонны условного топлива, т у.т./т, т у.т./тыс.м3 (таблица 1).

Коэффициент выбросов от сжигания топлива рассчитывается на основе данных о компонентном составе топлива и содержании углерода в топливе по формуле:

(1.2)

где – содержание углерода в j-топливе за период y, т С/т (таблица 1);

3,664 - коэффициент перевода, т /т С.

Коэффициент окисления топлива принимается для всех видов газообразного, жидкого и твердого топлива по умолчанию равным 1 (соответствует 100% окислению топлива) независимо от применяемых процессов стационарного сжигания топлива, кроме сжигания углеводородных газов в факелах.

Таким образом, рассчитаем количество углекислого газа, выделившегося в процессе работы заданного устройства.

Количественное определение выбросов от стационарного сжигания топлива осуществляется расчетным методом по формуле:

(1.3)

где  – выбросы  от стационарного сжигания топлива (т );

­– расход топлива (т условного топлива – т у.т.)

– коэффициент выбросов  от сжигания топлива (т /т у.т.);

 – коэффициент окисления топлива, доля.

**Пример расчета**

*Задание:* Рассчитать, сколько выделилось углекислого газа в процессе работы ТЭЦ при сжигании 1009,5 т угля.

Рассчитываем расход топлива:

Коэффициент выбросов от сжигания топлива рассчитывается на основе данных о компонентном составе топлива и содержании углерода в топливе по формуле:

Количественное определение выбросов от стационарного сжигания топлива осуществляется расчетным методом по формуле:

**Часть 2: рассчитать количество углекислого газа, поглотившегося в последствии роста заданных видов деревьев**

**Исходные данные:**

Таблица 3.2. Варианты для выполнения задания

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид древесины | ρ,  *г/см3* | I | |
| *D,м* | *h,м* |
| 1 | липа | 0,45 | 1 | 19 |
| 2 | сосна | 0,5 | 0,9 | 17 |
| 3 | бук | 0,65 | 0,8 | 15 |
| 4 | дуб | 0,7 | 0,7 | 13 |
| 5 | орех | 0,66 | 0,6 | 11 |
| 6 | груша | 0,725 | 0,5 | 9 |
| 7 | ясень | 0,74 | 0,2 | 7 |
| 8 | клен | 0,7 | 0,1 | 5 |
| 9 | красное дерево | 0,6 | 0,3 | 3 |
| 10 | акация | 0,77 | 0,4 | 1 |
| 11 | липа | 0,45 | 0,15 | 2 |
| 12 | сосна | 0,5 | 0,3 | 4 |
| 13 | бук | 0,65 | 1,01 | 6 |
| 14 | дуб | 0,7 | 0,79 | 8 |
| 15 | орех | 0,66 | 0,81 | 10 |
| 16 | груша | 0,725 | 0,75 | 12 |
| 17 | ясень | 0,74 | 1,07 | 14 |
| 18 | клен | 0,7 | 1,5 | 16 |
| 19 | красное дерево | 0,6 | 1,1 | 18 |
| 20 | акация | 0,77 | 0,9 | 20 |

**Методика расчета:**

Определяем массу m дерева. Для этого площадь поперечного сечения, равную π r2, умножим на высоту h (радиус r равен D/2) и на плотность ρ. То есть:

m = π r2 h ρ (2.1)

Образование древесины из углекислого газа идет по реакции:

СО2 → С + О2 . (2.2)

Принимаем в уравнении (2.2) массу углекислого газа (СО2) равной *m1*, массу углерода (С) равной *m2*, а их молекулярные массы равными *М1* и *М2* соответственно.

Воспользуемся соотношением масс реагирующих веществ и их молекулярных масс:

(2.3)

где *m1* и m2 – массы реагирующих веществ;

*M1* и *M2* – их молекулярные массы;

*k1* и *k2* – их стехиометрические коэффициенты (согласно уравнению (2.2) они равны единице).

Атомная масса кислорода равна 16, углерода – 12 (из таблицы Д.И.Менделеева). Соответственно, молекулярная масса СО2 (*M1*) равна 16 × 2 + 12 = 44; молекулярная масса углерода принимается равной его атомной массе, т.е. *M2* = 12.

Используя формулу (2.3), получаем:

(2.4)

Известно, что при нормальных условиях 1 моль любого газа занимает объем 22,4 *л*. Так как 1 моль углекислого газа имеет массу 0,044 *кг* или 44 *г* (поскольку масса одного моля численно равна молекулярной массе), то, умножив число молей углекислого газа, содержащихся в , на *л*, получим искомую величину.

При пересчете на тонны получаем:

**Пример расчета**

*Задание:* Какой объем углекислого газа будет поглощен растущим деревом со следующими параметрами: диаметр ствола D=1 *м*, высота h=20 *м*, плотность древесины ρ=0,05 *т/м3*.

Принимаем, что вся древесина состоит из углерода, и что древесный ствол имеет правильную цилиндрическую форму.

*Решение:*

Определяем массу m дерева, по формуле 2.1:

3,14 × 20 *м* × (0,5 м)2 × 0,5 *т/м3* = 1,57 *т* = 1570 *кг.*

Масса реагируемого вещества – углекислого газа:

Количество потребляемого при росте дерева углекислого газа:

При пересчете на тонны получаем:

**Часть 3: рассчитать количество деревьев, необходимого для поглощения углекислого газа, выработанного различными источниками**

**Ответ:** для поглощения 2084,86 тонн углекислого газа, выделившегося в процессе деятельности устройства, потребуется высадить 366 деревьев.

**Литература:**

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. N 300 "Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации"