

Практикум дисциплины

«Обращение с отходами при эксплуатации объектов жилищно-коммунального комплекса»

1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

1.1. Расчёт класса опасности отходов по исходному компонентному составу, анализ полученных данных для составления плана природоохранных мероприятий

Методические указания к решению задач

Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» опасные отходы определены как отходы, которые содержат вредные вещества, обладают опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) содержат возбудителей инфекционных болезней либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами. Это определение закреплено в ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения».

Опасные свойства отходов устанавливаются в соответствии с требованиями приложения III к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, ратифицированной Федеральным законом от 25.11.1994 г. № 49-ФЗ «О ратификации Базельской конвенции о контроле трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением» и вступившей в силу для Российской Федерации с 1 мая 1995 г., и требованиями соответствующих государственных стандартов.

Опасные отходы обладают следующими свойствами:

1) Токсичность – способность вызывать серьезные затяжные или хронические заболевания людей, включая раковые заболевания, при попадании. Внутрь организма через органы дыхания, пищеварения или через кожу.

Под токсичностью, по Н. Реймерсу, понимается ядовитость, способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человека, животные растения, грибы, микроорганизмы). Токсичность отходов определить значительно сложнее, чем воздуха или воды, поскольку отходы действуют на организмы, как правило, опосредованно – через почву. Основным параметр, определяющий вредность того или иного химического вещества в почве, – предельно допустимая концентрация его в почве ПДКп. Под этим понимается такое максимальное количество данного вещества в миллиграммах на килограмм пахотного слоя сухой почвы, которое гарантирует отсутствие прямого или опосредованного отрицательного воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни населения. При установлении ПДК создаются экстремальные почвенно-климатические условия, способствующие действию вредного вещества; учитывается действие этого вещества на другие живые организмы, эффект суммарного воздействия. При обосновании величины ПДКп учитываются шесть лимитирующих показателей (признаков) вредности: органолептический (изменение запаха привкуса, пищевой ценности, фит-тест растений и т.п.); общесанитарный (влияние на самоочищение почвы); фитоаккумуляционный (передающееся растениям количество); водномиграционный, воздушно-миграционный; санитарно-токсикологический. Если же для данного вредного вещества не установлена величина ПДКп (имеется в виду ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) или другие приближенные оценочные критерии), то расчеты ведут по концентрации компонентов, вызывающей летальный исход у 50 % теплокровных особей, т.е. по величине LD. Величины LD берутся на основании специальных опытов, по данным НИИ коммунальной и бытовой гигиены РАН.

2) Пожароопасность определяется по соответствующим стандартам, устанавливающим требования по пожарной безопасности, и (или) наличием хотя бы одного из следующих свойств:

- способности жидких отходов выделять огнеопасные пары при температуре не выше 60°C в закрытом сосуде или не выше 65,5°C в открытом сосуде;

- способности твердых отходов, кроме классифицированных как взрывоопасные, легко загораться либо вызывать или усиливать пожар при трении;

- способности отходов самопроизвольно нагреваться при нормальных условиях или нагреваться при соприкосновении с воздухом, а затем самовозгораться;

- способности отходов самовозгораться при взаимодействии с водой или выделять легковоспламеняющиеся газы в опасных количествах.

3) Взрывоопасность определяется как способность твердых или жидких отходов (либо смеси отходов) к химической реакции с выделением газов такой температуры и давления и с такой скоростью, что вызывает повреждение окружающих предметов, либо по соответствующим нормативам, устанавливающим требования по взрывоопасности.

4) Высокая реакционная способность определяется как содержание органических веществ (органических пероксидов), которые имеют двухвалентную структуру $-O-O-$ и могут рассматриваться в качестве производных перекиси водорода, в котором один или оба атома водорода замещены органическими радикалами.

5) Содержание возбудителей инфекционных болезней определяется как наличие живых микроорганизмов или их токсинов, способных вызвать заболевания у людей или животных. Помимо токсичности и токсичных веществ в Базельской конвенции по перемещению опасных отходов введено определение экотоксичных веществ (отходов) как веществ или отходов которые

при попадании в окружающую среду оказывают или могут оказать немедленноеили отложенное во времени неблагоприятное воздействие на окружающую среду посредством биоаккумуляции и (или) токсического влияния на биотические системы.

Экотоксичность зависит не только от токсичности компонентов отхода, но и от степени их подвижности в окружающей среде.

Основным механизмом попадания компонентов отхода в окружающую среду является испарение летучих компонентов и выщелачивание их водой. Возможно также загрязнение почв, но оно, скорее всего, будет происходить через предварительное растворение в водной среде. Таким образом, любой тест на экотоксичность должен включать выщелачивание.

Конечно, при таком подходе вряд ли можно учесть более сложное воздействие отходов на другие биологические системы и организмы. Но следует принять во внимание, что основное воздействие складированных отходов приходится на водные системы, а низшие водные организмы находятся на первых звеньях пищевых цепей. Следовательно, определив влияние отходов на низшие водные организмы, мы определим их влияние и на высшие организмы и экосистему в целом. Вопросу испарения токсичных веществ в атмосферу такого внимания, как выщелачиванию, не уделяется. Экотоксичность, как результат летучести вещества, определена только относительно влияния на озоновый слой.

В большинстве случаев в результате лабораторных исследований можно получить качественную информацию и определить выщелачиваемые вещества. Выбор метода выщелачивания и состав раствора для выщелачивания в любом случае будет имитировать реальную ситуацию достаточно грубо. В качестве компромиссного варианта в большинстве методов исследования используется вода с водородным показателем pH, равным 7 или 5,6 (уравновешенная с атмосферным CO₂). Вода берется в соотношении 10:1 к массе отхода.

Существуют два различных подхода к определению экотоксичности полученного экстракта выщелачивания. Экстракт либо подвергается химическому анализу для определения наличия и количества токсичных компонентов (практика Агентства по охране окружающей среды США), либо исследуется на биологических тест-объектах (практика ЕС). В первом случае требуется установить перечень токсичных веществ и их концентрации в экстракте выщелачивания. Во втором случае не требуется идентификации компонентов, так как биоисследование с использованием водных организмов обеспечивает простой путь оценки экстракта выщелачивания на токсичность для окружающей среды даже в случае неизвестных или непредвиденных токсинов.

В качестве тест-объектов используются дафнии и одноклеточные водоросли. Применение в качестве тест-объектов позвоночных (рыб) ограничено как по этическим причинам (директивы ЕС, ограничивающие применение позвоночных животных при научных исследованиях), так и из-за высоких расходов на их содержание.

Представляется целесообразным совместное использование двух подходов определения экотоксичности экстракта выщелачивания, так как 14 химических анализ в сочетании с биологическим даст полную картину состава экстракта и причин его воздействия на биологические объекты.

В качестве критерия токсичности экстракта выщелачивания применяются ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Помимо этого критерия в РФ в соответствии с приказом МПР России от 15.06.2001 г. №511 введено еще 18 первичных показателей опасности компонентов отхода, которые рассматриваются ниже и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Используемые в таблице сокращения: перечень первичных показателей опасности компонентов отхода

ПДК _п , мг/кг	Предельно допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	Ориентировочно-допустимая концентрация

ПДК _{пп}	Предельно допустимая концентрация вещества в продуктах питания
ПДК _в , мг/л	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	Ориентировочно-допустимый уровень
ОБУВ	Ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДК _{р.х.} , мг/л	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	Максимальное допустимое содержание
МДУ	Максимально допустимый уровень
S, мг/л	Растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С
C _{нас} , мг/м ³	Насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении
K _{ow}	Коэффициент распределения в системе октанол / вода при 20 °С
LD ₅₀ , мг/кг	Средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
LC ₅₀ , мг/м ³	Средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	Биологическая диссимиляция

Как правило, потенциальная опасность отходов, а также метод обращения с ними приводятся для целого класса или группы отходов; возможны исключения или особые условия, которые выявляются при более конкретном определении вида отходов. Такая более высокая степень определения необходима, когда природа химических веществ сложна или какая-либо часть отходов имеет газообразную или жидкую форму. Наряду с требованиями природоохранных органов РФ системой Госстандарта России введены свои стандарты на перемещаемые опасные вещества (включая и отходы): ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» и ГОСТ 26319-84 «Грузы опасные. Упаковка».

С 2001 г. разработана и внедрена новая система оценки опасности отходов. Класс опасности отходов определяется в РФ на основании критериев, разработанных МПР России в соответствии со ст. 14 Федерального закона об отходах и приказа МПР России №511.

Отходы по степени воздействия на окружающую природную среду подразделяются на пять классов:

I класс - чрезвычайно опасные;

II класс - высокоопасные;

III класс - умеренно опасные;

IV класс - малоопасные;

V класс - практически неопасные отходы.

Отнесение отходов к классам опасности для окружающей природной среды осуществляется расчетным или экспериментальным методом.

В случае отнесения отхода расчетным методом к V классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения V-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к IV классу опасности.

Факторы, учитываемые при определении класса опасности отходов для окружающей природной среды, достаточно разнообразны. Ранее (до 2001 г.)

эти факторы оценивались по коэффициенту токсичности, который из всех параметров, перечисленных в табл. 1, учитывал лишь предельно допустимую концентрацию в почве ПДК_п, растворимость *S* и концентрацию вещества в отходах *C*. Коэффициентом токсичности определялась и степень опасности отходов. При этом, чем меньше был коэффициент токсичности, тем опаснее считалось вещество.

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду (ОС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее (табл. 2).

Таблица 2

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды (ОС)

Степень вредного воздействия опасных отходов	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОС	Класс опасности отхода для ОС
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс. Чрезвычайно опасные
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс. Высокоопасные
Средняя	Экологическая система нарушена. Период	III класс. Умеренно опасные

	восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет	IV класс. Малоопасные
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс. Практически неопасные

При этом сохранены пять классов опасности – от I (чрезвычайно опасные) до IV (малоопасные) и V (практически неопасные). Но способы отнесения к тому или иному классу изменились.

Для 640 наиболее распространенных наименований отходов класс опасности установлен Федеральным классификационным каталогом отходов.

Степень негативного воздействия отхода на окружающую среду определяется согласно Приказу Минприроды России от 04.12.2014 № 536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду" Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности являются:

1. степень опасности отхода для окружающей среды;
2. кратность разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует.

При использовании расчетного метода степень опасности отхода для окружающей среды определяется по сумме степеней опасности веществ, составляющих отход для окружающей среды. Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются на основании сведений, содержащихся в технологических регламентах, технических условиях, стандартах, проектной документации, либо по результатам количественных химических

анализов, выполняемых с соблюдением установленных законодательством об обеспечении единства измерений требований к измерениям, средствам измерений. При установлении пятого класса опасности отхода расчетным методом необходимо подтверждение данного расчета экспериментально.

Использование экспериментального метода предполагает собой тестирование отходов в специализированных аккредитованных лабораториях с целью определения кратности разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует. Основа метода - биотестирование водной вытяжки отходов, т.е. исследование токсического действия водной вытяжки из отходов на гидробионты. Водную вытяжку получают с использованием воды, свойства которой установлены применяемой методикой биотестирования при массовом соотношении отхода и воды 1:10. Определение кратности разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует, осуществляется по аттестованным методикам (методам) измерений, сведения о которых содержатся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в соответствии с Федеральным законом "Об обеспечении единства измерений". Действие утвержденных Критериев не распространяется на радиоактивные отходы, биологические отходы, медицинские отходы.

Установление класса опасности отхода расчетным методом

Согласно Приказу Минприроды России № 536 степень опасности отхода для окружающей среды K определяется по сумме степеней опасности веществ, составляющих отход (или компонентов отхода), для окружающей среды K_i :

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_m, \quad (1)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_m$ - показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для окружающей среды;

m - количество компонентов отхода.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его

переработки или по результатам количественного химического анализа, на основании сведений, содержащихся в технологических регламентах, технических условиях, стандартах, проектной документации, либо по результатам количественных химических анализов, выполняемых с соблюдением установленных законодательством РФ.

Степень опасности компонента отхода для окружающей среды K_i рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода C_i к коэффициенту его степени опасности для окружающей среды W_i .

$$K_i = C_i / W_i, \quad (2)$$

где C_i - концентрация i -го компонента в отходе, мг/кг;

W_i - коэффициент степени опасности i -го компонента отхода для окружающей среды, мг/кг.

Коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i является показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на окружающую среду (табл. 3).

Таблица 3

Первичные показатели опасности компонента отхода

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Значения, интервалы и характеристики первичных показателей опасности компонента отхода для окружающей среды			
1	ПДК _n * (ОДК**), мг/кг	<1	1-10	10,1-100	>100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	не установ.
3	ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4	Класс опасности в воде водных объектов, используемых для целей питьевого и хозяйственно- бытового водоснабжения	1	2	3	4

5	ПДК _{р.х} (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001-0,01	0,011-0,1	>0,1
6	Класс опасности в воде водных объектов рыбохозяйственного значения	1	2	3	4
7	ПДК _{с.с} (ПДК _{м.р} , ОБУВ), мг/м ³	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9	ПДК _{пп} (МДУ, МДС), мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10	Lg (S, мг/л/ПДК _в , мг.л)***	>5	5-2	1.9-1	<1
11	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{р.з})	>5	5-2	1.9-1	<1
12	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{с.с} или ПДК _{м.р})	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6
13	LgK _{ow}	>4	4-2	1,9-0	<0
14	LC ₅₀ , мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15	LC ₅₀ , мг/м ³	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16	LC ₅₀ ^{водн} , мг/л/96 ч	<1	1-5	5,1-100	>100
17	БД=БПК ₅ / ХПК 100%	<0,1	0,1-1,0	1,0-10	>10
18	Персистентность (трансформация в окружающей среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами и новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов

		и			
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выражен ное накоплен ие во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Накоплен ие отсутству ет
ПРИСВАИВАЕМЫЙ БАЛЛ V_j		1	2	3	4

* Используемые сокращения приведены в приложении N 6 Приказа МПР РФ N 536.

** В случаях отсутствия ПДК опасного компонента отхода допустимо использование другого первичного показателя, указанного в скобках.

*** Если $S = \infty$, то $\lg(S / \text{ПДК}) = \infty$ и балл равен 1, если $S = 0$, то $\lg(S / \text{ПДК}) = -\infty$ и балл равен 4.

При анализе данных таблицы 3 следует отметить, что в качестве первичных показателей опасности отхода учитываются практически все факторы влияния на ОС – через воду, воздух и пищевые продукты, а не только через почву. Кроме того, в перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается показатель информационного обеспечения для: учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для окружающей среды (ОС).

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путем деления числа установленных показателей n на N ($N=12$ – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОС).

Значения баллов V_{inf} , соответствующие показателю информационного обеспечения, определяемого путем деления числа оцененных первичных показателей опасности компонента отхода n на 12, присваиваются диапазонам его изменения согласно табл. 4.

Таблица 4

Значения баллов V_{inf} в зависимости от интервала изменения показателя
информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения (n/N , $N=12$)	Балл V_{inf}
--	----------------

$<0,5(n<6)$	1
$0,5-0,7 (n = 6-8)$	2
$0,71-0,9 (n = 9-10)$	3
$>0,9 (n>11)$	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОС X_i делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4/Z_i & 1 < Z_i < 2 \\ Z_i & \text{для } 2 < Z_i < 4 \\ 2 + 4/(6 - Z_i) & 4 < Z_i < 5 \end{cases} \quad (3)$$

где $Z_i = 4X_i/3 - 1/3$;

Z_i - унифицированный относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды;

X_i - относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды.

Следует отметить, что чем опаснее вещество, тем меньше коэффициент W_i . Так, для бенз(а)пирена W_i составляет 59,97 единицы, диоксинов (ПХДД) – 24,6; фуранов (ПХДФ) – 359, ртути – 10.

Относительный параметр степени опасности компонента отхода (индекс токсичности) для окружающей среды X_i рассчитывается по формуле:

$$X_i = \frac{\left(\sum_{j=1}^n B_j \right) + B_{\inf}}{n+1} \quad (4)$$

где B_j - значение балла, соответствующее каждому оцененному первичному показателю опасности компонента отхода;

n - количество установленных, оцененных первичных показателей опасности компонента отхода;

B_{inf} - значение балла, соответствующее показателю информационного обеспечения системы первичных показателей опасности компонента отхода.

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды X_i , равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i равным 10^6 .

Компоненты отходов, состоящие из веществ, встречающихся в живой природе, например, таких как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения природного происхождения, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды X_i , равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i , равным 10^6 .

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОС осуществляется в соответствии с табл. 5. Степень опасности компонента отхода для окружающей среды K_i определяется в соответствии с пунктами 4-10 и приложением 1 приказа МПР РФ № 536.

Таблица 5

Значения степени опасности отхода для окружающей среды K по классам опасности отхода

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для окружающей среды K
I	$10^6 \geq K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$

III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

Например, для ртути как отхода концентрация C составляет 106 мг в килограмме. Разделив на $W_i = 10$ по формуле (2), получим $K_{рт} = 105$ мг/кг. Согласно таблице 6 ртуть относится к I классу опасности. А для отхода, состоящего из песка (концентрация C составляет 950000 мг/кг, $W = 10^6$) и меди (концентрация C составляет 50000 мг/кг, $W = 358,9$), по формулам (1) и (2) получим $K = 140,26$. Согласно табл. 5 данный отход относится к III классу опасности.

Значения коэффициента степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i для наиболее распространенных компонентов отходов, таких как бензол, диоксины, марганец, медь, мышьяк и т.д., приведены в табл. 6.

Таблица 6

Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i для отдельных компонентов отходов

Наименование компонента отхода	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,14	2,52	2,52	331,13
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	2,12	2,49	2,49	309,03
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4

Марганец	3,15	3,87	3,87	7356,42
Медь	2,84	3,45	3,45	2840,10
Мышьяк	2,27	2,69	2,69	493,55
Нафталин	2,286	2,714	2,714	517,9
Никель	2,64	3,19	3,19	1536,97
Н-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,79	2,05	2,05	113,0
Стронций	3,09	3,79	3,79	6118,81
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	2,36	2,81	2,81	650,63
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,69	3,25	3,25	1778,28
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2,28	2,71	2,71	508,94
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром трехвалентный	2,92	3,56	3,56	3630,78
Хром шестивалентный	2,33	2,77	2,77	593,38
Цинк	2,8	3,4	3,4	2511,89
Этилбензол	2,86	3,48	3,48	3019,95

Условие задачи

Отход состоит из следующих компонентов: CuO – 28%; Cr₂O₃ – 14%; CaSO₄ – 58%. Определить класс опасности.

Варианты ответов

(?) 1

(?) 2

(!) 3

(?) 4

(?) 5

Полное решение задачи

Поскольку данный отход состоит из трех компонентов, каждый из которых может представлять определенную опасность для окружающей среды, расчет необходимо выполнить по каждому компоненту отхода. Из справочной литературы находим первичные показатели опасности и вносим их в табл. 7. На следующем этапе нам необходимо проставить соответствующие баллы каждому из определенных первичных показателей опасности.

В случае, если о компоненте отхода известно мало информации (т.е. определено небольшое количество первичных показателей), необходимо ужесточить класс опасности отхода. Для этих целей был введен показатель информационного обеспечения V_{inf} . Он определяется как количество известных первичных показателей по каждому компоненту отхода. По этому количеству выставляется соответствующий балл из табл. 4.

Таблица 7

Определение первичных показателей опасности компонентов отходов

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	CaSO ₄		CuO		Cr ₂ O ₃	
		Значения показател ей	Балл	Значения показател ей	Балл	Значения показател ей	Балл
1	ПДК _л , мг/кг			33	3	90	3
2	Класс опасности в почве			2	2	2	2
3	ПДК _в (ОДУ), мг/л	500	4	1.0	3	0,5	3
4	Класс опасности в воде водных объектов, используемых для целей питьевого и хозяйственно- бытового водоснабжения	4	4	3	3	3	3
5	ПДК _{р.х} (ОБУВ), мг/л	100	4	0,001	2	0,07	3
6	Класс опасности в воде водных объектов рыбохозяйственного			3	3	3	3

	значения						
7	ПДК _{с.с} или ПДК _{м.р} (ОБУВ), мг/м ³	0,3	3	0,002	1	0,0015	1
8	Класс опасности в атмосферном воздухе			2	2	1	1
9	ПДК _{пт} (МДУ, МДС), мг/кг			0,5	2	0,1	2
10	Lg (S, мг/л/ПДК _в , мг.л)	0,61	4	<1	4	<1	4
11	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{р.з})	<1	4	<1	4	<1	4
12	Lg (C _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{с.с} или ПДК _{м.р})	<1	4	<1	4	<1	4
13	LgK _{ow} (октанол/вода)						
14	LD ₅₀ , мг/кг	10000	4	140	2	450	3
15	LC ₅₀ , мг/м ³						
16	LC ₅₀ ^{водн} , мг/л/96 ч						
17	БД=БПК ₅ / ХПК 100%						
18	Персистентность (трансформация в окружающей среде)						
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)						
	Показатель информационного обеспечения	n=8	2	n=13	4	n=13	4
	Относительный параметр опасности компонента	X = 33/9=3,667		X = 39/14=2,786		X = 40/14=2,857	

Далее рассчитываем относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей природной среды X_i . Он определяется как средний балл по всем определенным первичным показателям опасности отхода, включая информационный показатель.

По найденным относительным параметрам опасности X_i определяем коэффициенты степени опасности W для каждого компонента отхода. Для этого

вычисляем унифицированный относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды Z_i по формуле:

$$Z_i = 4X_i / 3 - 1/3$$

Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды W_i рассчитывается по одной из следующих формул (4) в зависимости от диапазона изменения Z_i :

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4/Z_i & 1 < Z_i < 2 \\ Z_i & \text{для } 2 < Z_i < 4 \\ 2 + 4/(6 - Z_i) & 4 < Z_i < 5 \end{cases}$$

Результаты расчетов X_i , Z_i , $\lg W_i$, W_i по каждому компоненту отхода вносим в табл. 8.

Таблица 8

Промежуточные результаты расчета степени опасности компонентов
отхода

№ п/п	Компоненты отхода	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i , мг/кг
1	CaSO ₄	3,667	4,556	4,770	58880
2	CuO	2,786	3,381	3,381	2404
3	Cr ₂ O ₃	2,857	3,476	3,476	2992

Поскольку компонентами отхода являются оксиды хрома и меди, в нашем же расчете опасные свойства были рассчитаны не для оксидов, а для металлов, то проводим перерасчет концентрации вещества на опасный элемент (хром для Cr₂O₃ и медь для CuO).

Компонент	Молекулярный вес	Концентрация С
CuO	79,5	280000 мг/кг
Cu	63,5	х

$$C_{Cu} = 63,5 \times 280000 / 79,5 = 223650 \text{ мг/кг.}$$

Компонент	Молекулярный вес	Концентрация С
Cr ₂ O ₃	152	140000
Cr ₂	104	х

$$C_{Cr} = 104 \times 140000 / 152 = 95790 \text{ мг/кг.}$$

На кислород приходится соответственно:

$$(280000 - 223650) + (140000 - 95790) = 100560 \text{ мг/кг.}$$

К нему применяем $W = 1000000$, так как кислород содержится в количестве, не превышающем его содержание в природной среде.

Определяем показатели степени опасности K_i для каждого компонента отхода по формуле:

$$K_i = C_i / W_i$$

где C_i - концентрация i -го компонента в отходе, мг/кг;

W_i - коэффициент степени опасности i -го компонента отхода для окружающей среды, мг/кг.

Полученные выше данные сводим в табл. 9.

Таблица 9

Степени опасности каждого компонента отхода

№ п/п	Компоненты отхода	W_i , мг/кг	C_i , мг/кг	K_i ,
1	CaSO ₄	58880	580000	9,85
2	Медь	2404	223650	93,03
3	Хром	2992	95790	32,02
4	Кислород	1000000	100560	0,1
5	Сумма			135,0

Показатель степени опасности отхода $K = 135,0$. Исходя из значения показателя степени опасности отхода, по табл. 6 определяем его класс опасности. В данном случае K принадлежит интервалу от 101 до 1000, следовательно, отход, для которого произведен расчет, относится к 3-му классу опасности.

Задания для самостоятельного решения

Номер варианта совпадает с двумя последними цифрами в зачетной книжке согласно прилагаемой таблице, I– предпоследняя цифра, II – последняя цифра номера зачетки.

II \ I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Варианты:

1-4 варианты: песок – 90 %, цинк – 3 %, медь – 3 %, краситель органический прямой черный 2С – 2 %, триметиламин – 2 %. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации;

5-8 варианты: песок – 80 %, марганец – 9 %, хлорэтан – 7 %, медь – 4 %. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации;

9-12 варианты: песок – 90 %, серебро – 2 %, алюминий – 5 %, стронций – 3 %. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации;

13-16 варианты: песок – 900 г/кг, медь – 50 г/кг, алюминий – 5 г/кг, мышьяк – 45 г/кг. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации;

17-20 варианты: каучук – 800 г/кг, кадмий – 150 г/кг, ртуть – 25 г/кг, линдан – 75 г/кг. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации;

21-24 варианты: Отход представляет собой нефтяные осадки из канализационных колодцев очистных сооружений склада хранения сырой нефти. В состав отхода по данным предприятия входят: нефть сырая 35%, минеральные примеси (алюмосиликаты почв, диоксид кремния и др.) 55%, вода 10%. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации.

25-28 варианты: Определить класс опасности отхода. Отход представляет собой отработанный катализатор СНМ-1. В его состав входят следующие компоненты: CuO - 28%, Cr_2O_3 - 14%, Al_2O_3 - 58%.

29-30 варианты: Отход содержит следующие компоненты: S - 23%, CaCO_3 - 75%, MgCl_2 - 2%. Определить класс опасности данного отхода в представленной концентрации.

2. СБОР, ВЫВОЗ И ЗАХОРОНЕНИЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНОВ

2.1. Расчет норм коммунальных отходов, объема и массы образования твердых коммунальных отходов при эксплуатации жилищного фонда, общественных зданий

Методические указания к решению задач

Решение задачи включает расчет норм накопления ТКО за пятилетний период по годам; расчет объема и массы образования ТКО в городском районе; расчет сбора вторичного сырья через сеть приемных пунктов. Расчеты ведутся в табличной форме. Нормы накопления ТКО взять для Москвы – 1,45 м³/год на 1 человека (или 0,087 м³ на 1 м² жилой площади в год). Среднюю плотность ТКО принять 0,2 т/м³.

Структура застройки района дана для благоустроенных, неблагоустроенных и индивидуальных жилых домов в задании для каждого варианта – дано количество жителей и количество зданий.

Нормы накопления ТКО ежегодно увеличиваются на 1 %.

Процент извлечения вторичного сырья в приемных пунктах составляет 40 %. Один приемный пункт обслуживает 15000 человек.

Последовательность действий для выполнения задания:

1. Рассчитать нормы накопления ТКО от жилого фонда городского района за пятилетний период по годам.

Результаты расчетов занести в табл. 1.

Таблица 1

Увеличение норм накопления ТКО, м³/чел.

Жилой фонд	Годы				
	1-й 20__	2-й 20__	3-й 20__	4-й 20__	5-й 20__
Благоустроенные					

здания					
Неблагоустроенные здания					
Здания индивидуальной застройки					

2. Рассчитать объем и массу твердых коммунальных отходов (ТКО), образующихся в городском районе.

2.1. Рассчитать объемы образования ТКО по годам, исходя из количества жителей (см. табл. 8) и норм накопления отходов (см. табл. 1). Объемы отходов от общественных зданий рассчитать как произведение объема отходов от всего жилого фонда на 0,4 (40 %). Результаты расчетов занести в табл. 2.

Таблица 2

Объем ТКО от жилых и общественных зданий, м³

Показатель	Годы				
	1-й 20__	2-й 20__	3-й 20__	4-й 20__	5-й 20__
Отходы: от благоустроенных жилых зданий					
неблагоустроенных жилых зданий					
зданий индивидуальной жилой застройки					
всего жилого фонда					
общественных зданий					
Всего отходов					

2.2. Рассчитать массу ТКО, образующихся от жилых и общественных зданий. Результаты расчетов занести в табл. 3.

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, т

Показатель	Годы				
	1-й 20__	2-й 20__	3-й 20__	4-й 20__	5-й 20__
Твердые коммунальные отходы:					
от благоустроенных жилых зданий					
от неблагоустроенных жилых зданий					
от зданий индивидуальной жилой застройки					
от общественных зданий					
Всего от жилых и общественных зданий					

3. Рассчитать возможный сбор вторичного сырья через сеть приемных пунктов.

3.1. Рассчитать ориентировочное количество приемных пунктов вторичного сырья (целое число).

3.2. Рассчитать массу твердых коммунальных отходов $M_{ТКО}$, из которых будет извлекаться вторичное сырье на одном приемном пункте. Для этого массу ТКО, образованных от жилых и общественных зданий в последнем году пятилетнего периода, разделить на число приемных пунктов.

3.3. Рассчитать массу вторичного сырья, собранного одним приемным пунктом. 40 % твердых коммунальных отходов извлекается из них как вторичное сырье и направляется в приемные пункты. Масса отходов по отдельным компонентам их морфологического состава (см. табл. 7) рассчитывается как произведение $M_{ТКО}$ на долю компонента в отходах и на долю извлечения этого компонента из отходов. Например, масса макулатуры рассчитывается как $M_{ТКО} \cdot 0,24 \cdot 0,4$ т. Результаты расчетов занести в табл. 4.

3.4. Рассчитать массу вторичного сырья, собранного всеми приемными пунктами. Результаты расчетов занести в табл. 4.

Таблица 4

Сбор вторичного сырья приемными пунктами

Компоненты вторичного сырья	Масса вторсырья, т	
	Один приемный пункт	Все приемные пункты
Макулатура		
Черный металл		
Цветной металл		
Стеклобой		
Пластмасса		
Всего		

3.5. Рассчитать массу и процентное содержание компонентов вторичного сырья в ТКО городского района, вывозимых на сортировку (оставшихся после сбора в приемных пунктах). Использовать данные табл. 3, 4 и 7. Результаты расчетов занести в табл. 5.

Таблица 5

Содержание компонентов вторичного сырья в ТКО, вывозимых на сортировку

Компоненты вторичного сырья	Масса вторсырья, т			Процентное содержание вторсырья в ТКО, вывозимых на сортировку, %
	в ТКО от жилых и общественных зданий	в приемных пунктах	в ТКО, вывозимых на сортировку	
Макулатура				
Черный металл				
Цветной металл				
Стеклобой				
Пластмасса				
Всего				

3.6. Рассчитать массу ТКО от жилых и общественных зданий после сбора вторичного сырья, отправляемых на мусоросортировочные станции (МСС). Использовать данные табл. 3 и результат расчета массы всех отходов, вывозимых на сортировку (см. табл. 5). Результаты расчетов занести в табл. 6.

Таблица 6

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, отправляемых на МСС, т

Жилые и общественные здания	Жилые здания			Общественные здания
	благоустроенные	неблагоустроенные	индивидуальной застройки	

Условие задачи

Структура застройки городского района приведена в табл. 9 данной задачи. В общественных зданиях располагаются: школы, детские сады, библиотеки, клубы, техникумы, вузы, гостиницы, предприятия бытового обслуживания, учреждения, научно-исследовательские институты, магазины продовольственные и промышленные, рынки, больницы.

Нормы накопления твердых коммунальных отходов, образующихся в год:

- от благоустроенных жилых зданий 1,07 м³/чел.;
- от неблагоустроенных жилых зданий коммунального фонда 1,5 м³/чел.;
- от зданий индивидуальной жилой застройки 2,0 м³/чел.;
- от общественных зданий – 40 % от нормы накопления жилых зданий.

Нормы накопления ТКО по объему возрастают ежегодно на 1,0 %.

Процент извлечения вторичного сырья в приемных пунктах составляет 40 %.

Плотность ТКО от жилых и общественных зданий составляет 190...210 кг/м³. Средняя плотность ТКО равна 200 кг/м³, или 0,2 т/м³.

Морфологический состав ТКО и прогноз его изменения через 5 лет приведены в табл. 7.

Один пункт вторичного сырья обслуживает 12000 человек.

Таблица 7

Морфологический состав ТКО (в % по массе)

Компоненты	Сезоны года				Средний показатель за год	Прогноз через 5 лет
	Зима	Весна	Лето	Осень		
Бумага, картон	19,3	17,1	26,3	20,4	20,8	24,0
Черный металл	8,3	8,2	7,3	5,6	7,4	5,0
Цветной металл	1,2	1,1	0,9	0,8	1,0	0,75
Стекло	9,2	11,7	7,4	7,1	8,9	8,0
Пластмасса	4,0	4,9	4,1	3,8	4,2	6,0
Пищевые отходы	26,6	25,9	24,1	37,9	28,6	28,0
Текстиль	7,6	6,6	4,5	6,0	6,2	6,0
Кожа, резина	3,7	5,9	6,5	3,6	4,9	3,0
Дерево, листья	5,0	5,5	5,8	4,3	5,1	5,0
Кости	6,9	5,2	4,6	3,9	5,1	5,0
Камни	1,6	1,3	3,8	0,7	1,9	2,0
Отсев	6,6	6,6	4,7	5,9	5,9	7,25

Полное решение задачи

Исходные данные (пример):

Таблица 1

Структура застройки городского района

	Зданий, шт.	Жителей, чел.
Благоустроенные жилые здания	20	3774
Неблагоустроенные жилые здания	0	0
Здания индивидуальной жилой застройки	0	0

Нормы накопления ТКО по объему возрастают ежегодно на 1,0 %.

Процент извлечения вторичного сырья в приемных пунктах составляет 40 %. Один приемный пункт обслуживает 15000 человек.

Плотность ТКО от жилых и общественных зданий составляет 190...210 кг/м³. Средняя плотность ТКО равна 200 кг/м³, или 0,2 т/м³.

Морфологический состав ТКО и прогноз его изменения через 5 лет приведены в табл. 2.

Таблица 2

Морфологический состав ТКО (в % по массе)

Компоненты	Сезоны года				Средний показатель за год	Прогноз через 5 лет
	Зима	Весна	Лето	Осень		
Бумага, картон	19,3	17,1	26,3	20,4	20,8	24,0
Черный металл	8,3	8,2	7,3	5,6	7,4	5,0
Цветной металл	1,2	1,1	0,9	0,8	1,0	0,75
Стекло	9,2	11,7	7,4	7,1	8,9	8,0
Пластмасса	4,0	4,9	4,1	3,8	4,2	6,0
Пищевые отходы	26,6	25,9	24,1	37,9	28,6	28,0
Текстиль	7,6	6,6	4,5	6,0	6,2	6,0
Кожа, резина	3,7	5,9	6,5	3,6	4,9	3,0
Дерево, листья	5,0	5,5	5,8	4,3	5,1	5,0
Кости	6,9	5,2	4,6	3,9	5,1	5,0
Камни	1,6	1,3	3,8	0,7	1,9	2,0
Отсев	6,6	6,6	4,7	5,9	5,9	7,25

1. Расчет норм накопления ТКО от жилого фонда городского района за пятилетний период по годам. Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Увеличение норм накопления ТКО, м³/чел.

Жилой фонд	Годы				
	1-й 2020	2-й 2021	3-й 2022	4-й 2023	5-й 2024
Благоустроенные здания	2	2,02	2,04	2,06	2,08
Неблагоустроенные здания	0	0	0	0	0
Здания индивидуальной застройки	0	0	0	0	0

Расчет объема и массы твердых коммунальных отходов (ТКО), образующихся в городском районе

1. Расчет объема образования ТКО по годам, исходя из количества жителей (см. табл. 8) и норм накопления отходов (см. табл. 3). Объемы отходов от общественных зданий рассчитаны, как произведение объема отходов от всего жилого фонда на 0,4 (40 %). Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Объем ТКО от жилых и общественных зданий, м³

Показатель	Годы				
	1-й 2020	2-й 2021	3-й 2022	4-й 2023	5-й 2024
Отходы: от благоустроенных жилых зданий	4038,18	4075,92	4113,66	4151,4	4189,14
неблагоустроенных жилых зданий	0	0	0	0	0
зданий индивидуальной жилой застройки	0	0	0	0	0
всего жилого фонда	4038,18	4075,92	4113,66	4151,4	4189,14

общественных зданий	1615,27	1630,37	1645,46	1660,56	1675,66
Всего отходов	5653,54	5706,29	5759,12	5811,96	5864,80

2. Расчет массы ТКО, образующихся от жилых и общественных зданий.
Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, т

Показатель	Годы				
	1-й 2020	2-й 2021	3-й 2022	4-й 2023	5-й 2024
Твердые коммунальные отходы: от благоустроенных жилых зданий	807,64	815,18	822,73	830,28	837,83
от неблагоустроенных жилых зданий	0	0	0	0	0
от зданий индивидуальной жилой застройки	0	0	0	0	0
от общественных зданий	323,05	326,07	329,09	332,11	335,13
Всего от жилых и общественных зданий	1130,69	1141,25	1151,82	1162,39	1172,96

3. Расчет возможного сбора вторичного сырья через сеть приемных пунктов.

3.1. Расчет ориентировочного количества приемных пунктов вторичного сырья (целое число).

Численность населения района 3774 человека.

$$N_{\text{пр.пунктов}} = 3774 / 12000 = 1 \text{ пункт приема вторсырья.}$$

3.2. Расчет массы твердых коммунальных отходов $M_{\text{ТКО}}$, из которых будет извлекаться вторичное сырье на одном приемном пункте. Для этого массу ТКО,

образованных от жилых и общественных зданий в последнем году пятилетнего периода, разделим на число приемных пунктов.

$$M_{\text{ТКО}} = 1130,69 / 1 = 1130,69 \text{ т.}$$

3.4. Расчет массы вторичного сырья, собранного одним приемным пунктом. 40 % твердых коммунальных отходов извлекается из них как вторичное сырье и направляется в приемные пункты. Масса отходов по отдельным компонентам их морфологического состава (см. табл. 2) рассчитывается как произведение $M_{\text{ТКО}}$ на долю компонента в отходах и на долю извлечения этого компонента из отходов. Результаты расчетов приведены в табл. 6.

3.5. Расчет массы вторичного сырья, собранного всеми приемными пунктами, исходя из расчета. Результаты расчетов приведены в табл. 6.

$$1130,69 \cdot 0,4 = 452,28 \text{ т}$$

– всего извлекается сырья на всех приемных пунктах. В задаче по расчету - всего 1 приемный пункт.

Таблица 6

Сбор вторичного сырья приемными пунктами (в текущем году)

Компоненты вторичного сырья	Масса вторсырья, т	
	Один приемный пункт	Все приемные пункты
Макулатура	94,07	94,07
Черный металл	33,45	33,45
Цветной металл	4,52	4,52
Стеклобой	40,25	40,25
Пластмасса	19,00	19,00
Всего	191,29	191,29

3.6. Расчет массы и процентного содержания компонентов вторичного сырья в ТКО городского района, вывозимых на сортировку (оставшихся после сбора в приемных пунктах). Результаты расчетов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Содержание компонентов вторичного сырья в ТКО, вывозимых на сортировку

Компоненты вторичного сырья	Масса вторсырья, т			Процентное содержание вторсырья в ТКО, вывозимых на сортировку, %
	в ТКО от жилых и общественных зданий	в приемных пунктах	в ТКО, вывозимых на сортировку	
Макулатура	235,18	94,07	141,11	60
Черный металл	83,67	33,47	50,2	60
Цветной металл	11,3	4,52	6,78	60
Стеклобой	100,63	40,25	60,38	60
Пластмасса	47,49	19,00	28,49	60
Всего	478,27	191,29	286,96	60

3.7. Расчет массы ТКО от жилых и общественных зданий после сбора вторичного сырья, отправляемых на мусоросортировочные станции (МСС). Результаты расчетов приведены в табл. 8.

Таблица 8

Масса ТКО от жилых и общественных зданий, отправляемых на МСС, т

Жилые и общественные здания	Жилые здания			Общественные здания
	благоустроенные	неблагоустроенные	индивидуальной застройки	
	204,97	0	0	91,99

Задания для самостоятельного решения

Таблица 9

Структура застройки района

Номер варианта	Благоустроен- ные жилые здания	Неблагоустроенные жилые здания коммунального	Здания индивидуальной жилой застройки	Общест- венные здания
-------------------	--------------------------------------	--	---	-----------------------------

			фонда				
	Количество						
	зданий , шт.	жители, чел.	зданий, шт.	жители, чел.	зданий, шт.	жители, чел.	зданий, шт.
1,11,21	270	54500	390	35100	1180	7050	369
2,12,22	240	33250	450	40500	12000	72000	553
3,13,23	320	96000	0	0	290	1750	298
4,14,24	360	15000	250	22500	2500	12000	427
5,15,25	420	92400	150	13500	3000	17500	471
6,16,26	265	79400	370	32050	1100	6890	355
7,17,27	300	90170	0	0	270	1620	275
8,18,28	160	48750	0	0	150	910	149
9,19,29	100	30000	0	0	0	0	100
10,20,30	0	0	0	0	120	750	15

2.2. Составление расчетной схемы накопления коммунальных отходов в городском районе

2.2.1. Расчет количества коммунальных отходов, образующихся при эксплуатации объекта жилищно-коммунального хозяйства

Методические указания

Нормативы накопления ТКО устанавливаются органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органами местного самоуправления поселений или городских округов (в случае наделения их соответствующими полномочиями законом субъекта Российской Федерации). В составе отходов учитываются также отходы, образующиеся при уборке придомовой территории.

В соответствии с распоряжением Министерства экологии и природопользования Московской области от 1 августа 2018 года (с

изменениями на 16 января 2020 года) утверждены нормативы накопления твердых коммунальных отходов в количестве 0,087 м³ в год на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области.

Коэффициент перевода (средняя плотность твердых коммунальных отходов) составляет 5,765 м³ за 1 тонну. Тогда средняя плотность ТКО составит

$$\rho_{\text{ТКО}} = \frac{m}{W} \quad (1)$$

где m – масса накопления ТКО в год,

W – объем ТКО.

Условие задачи

Определить плотность ТКО. Зная норматив накопления твердых коммунальных отходов в год, рассчитать:

1 - объем накопления ТКО в сутки с 1 м² жилой площади для многоквартирных домов (в году 365 дней);

2 - массу накопленных ТКО в год на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области;

3 - массу накопленных ТКО в сутки на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области (в году 365 дней);

4 - массу накопленных ТКО в месяц на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области;

С учетом принятой нормы жилплощади 18 м² на 1 человека рассчитать, сколько на 1 проживающего в многоквартирном доме человека накопится по нормам твердых коммунальных отходов (в кг и в м³):

5 - в год;

6 - в сутки;

7 - в неделю;

8 - в месяц.

Варианты ответов

1	0,087 м³/сут.	2,383 м³/сут.	2,383*10 ⁻⁴ м³/сут. (!)	0,0525 м³/сут.	1 м³/сут.
2	15,091 кг/год (!)	190,51 кг/год	200 кг/год	210 кг/год	190 кг/год
3	15,091 кг/сут.	0,041 кг/сут. (!)	173,46 кг/сут.	1 кг/сут.	10 кг/сут.
4	1,26 кг/мес. (!)	15,091 кг/мес.	0,041 кг/мес.	2,383 кг/мес.	173,46 кг/мес.
5	271,64 кг/год, 1,566 м³/год (!)	15,091 кг/год, 2,383 м³/год	190,51 кг/год, 173,64 м³/год	200 кг/год, 0,0525 м³/год	210 кг/год, 0,041 м³/год
6	0,041 кг/сут., 0,087 м³/сут.	0,087 кг/сут., 2,383 м³/сут.	2,383 кг/сут., 1 м³/сут.	0,744 кг/сут., 0,00175 м³/сут. (!)	2,383 кг/сут., 0,087 м³/сут.
7	2,383 кг/нед., 0,087 м³/нед.	0,087 кг/нед., 0,041 м³/нед.	15,091 кг/нед., 2,383 м³/нед.	0,744 кг/нед., 0,00175 м³/нед.	5,209 кг/нед., 0,030 м³/нед. (!)
8	15,091 кг/мес., 0,087 м³/мес.	22,32 кг/мес., 0,129 м³/мес. (!)	15,091 кг/мес., 2,383 м³/мес.	0,744 кг/мес., 0,00175 м³/мес.	2,383 кг/мес., 0,087 м³/мес.

Полное решение задачи

Плотность ТКО по формуле (1) равна:

$$\rho_{\text{ТКО}} = \frac{m}{W} = \frac{1000 \text{ кг}}{5,765 \text{ м}^3} = 173,46 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

1 - В сутки объем накопления ТКО с 1 м² жилой площади для многоквартирных домов составляет согласно нормативу накопления:

$$W_{\text{сут}} = 0,087 \text{ м}^3 / 365 \text{ дн.} = 2,383 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{сут.}$$

2 – Масса накопленных ТКО в год на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области составляет:

$$m_{\text{год}} = 0,087 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ кг} / 5,765 \text{ м}^3 = 15,09 \text{ кг/год.}$$

3 - Масса накопленных ТКО в сутки на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области составляет:

$$m_{\text{сут}} = 15,09 \text{ кг/год} / 365 \text{ дн.} = 0,04 \text{ кг/сут.}$$

4 - Масса накопленных ТКО в месяц на 1 м² жилой площади для многоквартирных домов в Московской области составляет:

$$m_{\text{сут}} = 15,09 \text{ кг/год} / 12 \text{ мес.} = 1,26 \text{ кг/мес.}$$

5 – На 1 человека (норма жилой площади на каждого жителя 18 м²) в год по нормативу Московской области может быть накоплено количество ТКО, равное

$$15,091 \text{ кг/год} \cdot 18 \text{ м}^2 = 271,64 \text{ кг/год,}$$

$$271,64 \text{ кг/год} / 173,46 \text{ кг/м}^3 = 1,566 \text{ м}^3/\text{год.}$$

6 - На 1 человека (18 м²) в сутки по нормативу Московской области должно быть накоплено ТКО

$$271,64 / 365 = 0,744 \text{ кг/сут.,}$$

$$1,566 / 365 = 0,00429 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

7 – На 1 человека (18 м²) в неделю по нормативу Московской области должно быть накоплено ТКО

$$0,744 \text{ кг/сут.} \cdot 7 = 5,209 \text{ кг/нед.,}$$

$$0,00429 \text{ м}^3/\text{сут.} \cdot 7 = 0,030 \text{ м}^3/\text{нед.}$$

8 - На 1 человека (18 м²) в месяц (30 дней) по нормативу Московской области должно быть накоплено ТКО

$$0,744 \cdot 30 = 22,32 \text{ кг/мес.,}$$

$$0,00429 \cdot 30 = 0,129 \text{ м}^3/\text{мес.}$$

Задания для самостоятельного решения

При решении самостоятельных заданий по вычислению нормативов ТКО необходимо ориентироваться на нормативы, указанные в [\[https://news.solidwaste.ru/tabлица-normativov-nakopleniya-tko-po-vsem-subektam-rf/\]](https://news.solidwaste.ru/tabлица-normativov-nakopleniya-tko-po-vsem-subektam-rf/).

Варианты:

№ вар.	Область	№ вар.	Область	№ вар.	Область
1	Респ. Алтай	11	Белгородская обл.	21	Курганская обл. (остальные)
2	Респ. Бурятия	12	Волгоградская обл.	22	Курская обл. (округ до 100 тыс.)
3	Респ. Дагестан	13	Вологодская обл.	23	Ленинградская обл.
4	Кабардино- Балкарская респ.	14	Воронежская обл. (город)	24	Липецкая обл.
5	Респ. Карелия	15	Ивановская обл.	25	Магаданская обл. (остальные)
6	Респ. Татарстан	16	Иркутская обл. (Братск)	26	Мурманская обл.
7	Краснодарский край (катег. 1)	17	Калужская обл. (до 10 тыс. чел.)	27	Новгородская обл. (село)
8	Архангельская обл. (более 12 тыс. чел.)	18	Камчатский край (город)	28	Новосибирская обл.
9	Брянская обл.	19	Кемеровская обл.	29	Нижегородская обл. (остальные)
10	Владимирская	20	Костромская	30	Омская обл.

	обл. (город)		обл. (город)		(Омск)
--	--------------	--	--------------	--	--------

2.2.2. Расчет количества коммунальных отходов, образующихся при эксплуатации объекта жилищно-коммунального хозяйства

Методические указания к решению задач

Суточное накопление ТКО, м³/сут., составит:

$$Q = \frac{nVK_n}{365}, \quad (1)$$

где n – количество проживающих человек;

V – годовая норма накопления на 1 чел. в соответствующем населенном пункте (районе, зоне города), м³;

$K_n = 1,4$ – коэффициент неравномерности ТКО накопления.

Годовое накопление ТКО в многоквартирном доме (МКД) составит:

$$Q = nVK_n$$

Условие задачи

Определить общее годовое накопление твердых коммунальных отходов многоквартирным домом (в кг и м³), если в доме проживает 1547 человек. Норма накопления для одного жителя – 300 кг/год (или 1,5 м³/год). $K_n = 1,4$ – коэффициент неравномерности ТКО накопления.

Варианты ответов

(?) 164100 (1148,7)

(!) 649740 (3248,7)

(?) 1547 (300)

(?) 365 (173)

(?) 1,5 (0,087)

Указание или анализ (подсказка), если задача была решена неправильно:
 $K_n = 1,4$ – коэффициент неравномерности ТКО накопления, его нужно учитывать в расчетах.

Полное решение задачи

Общее годовое накопление ТКО в многоквартирном доме составляет:

$$Q_{\text{год max}} = 1547 \text{ чел.} \cdot 300 \text{ кг/год} (1,5 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 1,4 = 649740 \text{ кг/год} (3248,7 \text{ м}^3/\text{год})).$$

Суточное накопление по формуле (1) ТКО составит:

$$Q = \frac{1547 \cdot 300 (1,5) \cdot 1,4}{365} = 1780 \text{ кг/сут.} (8,90 \text{ м}^3/\text{сут.})$$

Задания для самостоятельного решения

Варианты.

№ варианта	Количество жителей	№ варианта	Количество жителей	№ варианта	Количество жителей
1	650	11	1150	21	1650
2	700	12	1200	22	1700
3	750	13	1250	23	1750
4	800	14	1300	24	1800
5	850	15	1350	25	1850
6	900	16	1400	26	1900
7	950	17	1450	27	1950
8	1000	18	1500	28	2000
9	1050	19	1550	29	2050
10	1100	20	1600	30	2100

2.3. Расчет количества контейнеров для вывоза твердых коммунальных отходов с территории района. Расчет потребности в контейнерных площадках

Методические указания к решению задачи

Продолжение задачи 2.1. Решение проблемы по транспортировке ТКО включает:

- расчет количества контейнеров для сбора твердых коммунальных отходов;
- расчет количества контейнерных площадок.

В данной задаче расчеты ведутся отдельно: для благоустроенного и неблагоустроенного жилья, индивидуальной жилой застройки и общественных организаций.

Исходные данные для решения задачи

1. Вывоз отходов производится ежедневно.
2. Вместимость контейнеров под отходы составляет $0,75 \text{ м}^3$.
3. Все благоустроенные жилые здания имеют мусоропроводы.
4. Каждое общественное здание обеспечивается одним контейнером.
5. На одной площадке устанавливается 3 контейнера под отходы.
6. Отходы транспортируют мусоровозами МКМ-2 и (или) МКБ-21.

Техническая характеристика мусоровоза МКМ-2: полезный объем кузова 10 м^3 ; масса вывозимого мусора $4,5 \text{ т}$; коэффициент уплотнения мусора $2,8$.

Техническая характеристика мусоровоза МКБ-21: полезный объем кузова $6,0 \text{ м}^3$; масса вывозимого мусора $2,2 \text{ т}$; коэффициент уплотнения мусора $2,5$.

7. Количество рейсов мусоровоза в смену 3.
8. Расстояние до мусоросортировочной станции (МСС) составляет 16 км .

Порядок решения задачи

1. Рассчитать количество контейнеров под отходы.

Необходимое количество контейнеров для ТКО при «сменяемой таре» N_k (шт.) определяется по формуле:

$$N_k = \frac{1000 \cdot M \cdot T \cdot k_1 \cdot k_2}{365 \cdot B \cdot k_3}, \quad (1)$$

где M – масса отходов, собираемых в контейнеры за сутки, т ;

T – периодичность вывоза отходов (1, 2, 3 и т.д. дней);

$k_1=1,25$ – коэффициент сменности контейнеров:

$$k_1 = 1 + \frac{\text{число контейнеро в, устанавлив аемых на мусоровозе}}{\text{число обслужиuae мых контейнеро в}}; \quad (2)$$

где $k_2=1,05$ – коэффициент ремонтного резерва контейнеров;

B – вместимость контейнера, $B=0,75 \text{ м}^3 \cdot 0,2 \text{ кг/м}^3=0,15 \text{ т}$;

$k_3 = 0,9$ – коэффициент заполнения контейнеров.

1.1. Рассчитать количество контейнеров под отходы:

- от благоустроенных жилых зданий;
- неблагоустроенных жилых зданий;
- зданий индивидуальной жилой застройки.

Результаты расчетов занести в табл. 9.

1.2. Определить количество контейнеров под отходы от общественных зданий (равных числу зданий).

1.3. Рассчитать количество контейнеров под отходы для всего городского района. Результаты расчетов занести в табл. 9.

2. Рассчитать количество площадок для установки контейнеров под отходы:

- от неблагоустроенных жилых зданий;
- зданий индивидуальной жилой застройки;
- общественных зданий;
- всех жилых и общественных зданий района.

Результаты расчетов занести в табл. 9.

На каждой площадке поставим по 5 контейнеров, из этого условия можно получить количество площадок для сбора ТКО.

3. Рассчитать количество мусоровозов для вывоза отходов.

3.1. Рассчитать массу отходов, вывозимых за год одним мусоровозом. Для этого массу отходов, вывозимых мусоровозом, умножить на количество рейсов в смену и на 365 дней.

3.2. Рассчитать количество мусоровозов с учетом коэффициента резерва выпуска автомобилей на линию; $k_3 = 1,3$. Результаты расчетов занести в табл. 9.

Таблица 9

Количество контейнеров и площадок для сбора ТКО, шт.

Показатель	Количество контейнеров	Количество площадок для сбора

		ТКО
Отходы:		-
от благоустроенных жилых зданий		
неблагоустроенных жилых зданий		
зданий индивидуальной жилой застройки		
общественных зданий		
Всего для городского района		

Условие задачи

Рассчитать количество контейнеров для сбора ТКО.

Рассчитать количество контейнерных площадок.

Варианты ответов

(?) 43; 10

(?) 38; 10

(!) 48; 10

(?) 34; 8

(?) 43; 8

Полное решение задачи

1. Рассчитаем количество контейнеров под отходы от благоустроенных жилых зданий. Количество контейнеров N_k определяется по формуле (1):

$$N_k = (1000 \cdot 1,780 \text{ т/сут.} \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,05) / (365 \cdot 0,15 \cdot 0,9) = 48 \text{ шт.,}$$

где M – масса отходов, собираемых в контейнеры за сутки, т; значение $M = 1780 \text{ кг/сут.}$ взято как пример;

T – периодичность вывоза ТКО;

$\Pi = 1$ раз в сутки;

$k_1 = 1,25$ – коэффициент неравномерности наполнения отходами контейнеров;

$k_2 = 1,05$ – коэффициент, учитывающий число контейнеров, находящихся в ремонте и резерве;

V – вместимость контейнера, $V = 0,75 \text{ м}^3 \cdot 0,2 \text{ кг/м}^3 = 0,15 \text{ т};$

$k_3 = 0,9$ – коэффициент заполнения контейнеров.

2. Рассчитаем количество площадок для установки контейнеров под отходы:

На каждой площадке поставим по 5 контейнеров, тогда количество площадок для сбора ТКО от жилых многоквартирных зданий равно:

$$48 / 5 = 10 \text{ шт.}$$

Рассчитаем общий объем контейнеров:

$$48 \cdot 0,75 = 36 \text{ м}^3$$

Результаты расчётов представлены в табл. 10.

Таблица 10

Количество контейнеров и площадок для сбора ТКО, шт.

Показатель	Количество контейнеров для сбора ТКО	Количество площадок для сбора ТКО
Твердые коммунальные отходы от благоустроенных жилых домов	48	10

Таким образом, мы рассчитали, что для сбора и транспортировки твердых коммунальных отходов в микрорайоне потребуется: 48 контейнеров и 10 площадок.

Задания для самостоятельного решения

Варианты приведены в табл. 8 задачи 2.1.

2.4. Расчет потребности в мусоровозах. Составление расчетной схемы маршрута мусоровозов. Расчёт маршрута движения мусоровозов при вывозе твердых коммунальных отходов

2.4.1. Расчет потребности в мусоровозах. Составление расчетной схемы маршрута мусоровозов

Методические указания к решению задачи

Производительность транспортной единицы Π зависит от ёмкости кузова и количества рейсов в день, определяется по формуле:

$$\Pi = q \cdot v \quad (1')$$

где q – количество рейсов на протяжении одного рабочего дня;

v – емкость кузова, м³.

Средняя расчетная производительность транспортных средств $\Pi_{\text{ср.рас}}$, м³, определяется исходя из отношения однократного суммарного объема вывоза ТКО всеми транспортными средствами к количеству данных транспортных средств:

$$\Pi_{\text{ср.р}} = \frac{\Pi_i + (\Pi_i + 1) + \dots + \Pi_n}{n} \quad (1)$$

где n - количество транспортных средств, ед.;

Π_i - средняя производительность i -го транспортного средства с учетом коэффициента уплотнения (в соответствии с техническими характеристиками, определенными заводом-изготовителем), м³.

Среднее количество остановок O , совершаемое транспортным средством принятой производительности, рассчитывается следующим образом:

$$O = \frac{\Pi_{\text{ср}}}{(V_{\text{конт}} \cdot N_{\text{сред}})}, \quad (2)$$

где $\Pi_{\text{ср}}$ - средняя производительность принятого в расчетах транспортного средства по вывозу ТКО, м³;

$V_{\text{конт}}$ - объем одного контейнера, м³;

$N_{\text{сред}}$ – среднее количество контейнеров, приходящихся на одну остановку, шт., определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{сред}} = \frac{N_{\text{конт}}}{N_{\text{площ}}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{конт}}$ - количество контейнеров, подлежащих расстановке, ед.;

$N_{\text{площ}}$ - количество контейнерных площадок, ед.

Количество контейнеров, подлежащих расстановке, для вывоза планируемого объема ТКО, определяется по формуле:

$$N_{\text{конт}} = N_{\text{площ}} \cdot n_{\text{конт}}, \quad (4)$$

где $n_{\text{конт}}$ - среднее количество контейнеров на одной контейнерной площадке, шт.

Данные о среднем расстоянии между местами сбора ТКО необходимы для расчета пробега транспортного средства для осуществления сбора ТКО $L_{\text{сб}}$, который определяется исходя из количества остановок O , совершаемых транспортным средством, среднего расстояния между местами сбора $L_{\text{ост}}$ (500 м) и среднего нулевого пробега^{*)}, приходящегося на 1 рейс.

$$L_{\text{сб}} = O \cdot L_{\text{ост}} + L_0, \quad (5)$$

^{*)}Среднее расстояние от гаража до одного места сбора за один рейс (5 км) и от полигона до гаража в конце рабочей смены (15 км).

Время транспортирования (вывоза) ТКО за один рейс $T_{\text{сб}}$ определяется по формуле:

$$T_{\text{сб}} = T_{\text{погр-разгр}} + L_{\text{сб}} \cdot N_{\text{проб}}^{\text{сб}} + \sum_{i=1}^n L_i^{\text{пр}} \cdot N_{\text{проб},i}^{\text{пр}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{погр-разгр}}$ – нормативная продолжительность погрузки ТКО в кузовные мусоровозы и разгрузка на полигоне;

$N_{\text{проб}}^{\text{сб}}$ - норма времени на 1 км пробега во время сбора ТКО, час. ($N_{\text{проб}}^{\text{пр}} = 1 \text{ км} / V_{\text{сб}}$),

где $V_{\text{сб}}$ - средняя эксплуатационная скорость пробега, км/ч, на базе шасси автомобиля КАМАЗ-53213, МАЗ-500А, МАЗ-5334 при работе в городе независимо от типа дорожного покрытия, включая маневрирование, ч;

$V_{\text{сб}} = 24 \text{ км/ч}$ (норма времени 0,0458 ч/км);

n - количество типов дорожного покрытия при транспортировке ТКО, шт., $n=1$;

$L_i^{\text{пр}}$ - средняя протяженность пробега транспортного средства в i -ом промежутке до места обезвреживания (15 км);

$N_{проб,i}$ – норма времени на 1 км пробега на i -ом промежутке пробега, ч, при скорости пробега 42 км/ч норма времени 0,0262 ч на 1 км.

Годовое число часов работы транспортного средства Γ_q определяется произведением количества календарных дней в году, продолжительности смены и коэффициента использования транспортных средств:

$$\Gamma_q = D_k \cdot P \cdot K_{исп}, \quad (7)$$

где D_k - число календарных дней в году, дн.;

P - продолжительность смены (принимается равной 8 часам), ч;

$K_{исп}$ - коэффициент использования, который равен отношению количества машино-дней в работе к количеству дней в году, в течение которых оказывается услуга по вывозу ТКО (принимается равным 0,7).

Условие задачи

Задано: количество населения $Ч_{нас}=10000$ чел.,

1. Вычислить планируемый объем вывоза ТКО $V_{ТКО}$ от населения по формуле:

$$V_{ТКО} = Ч_{нас} \cdot (H_{ТКО} + H_{КГО}),$$

где $Ч_{нас}$ – планируемая на расчетный период численность населения, проживающего в обслуживаемом жилищном фонде, чел.;

$H_{ТКО}$, $H_{КГМ}$ – норма накопления ТКО (без учета крупногабаритного мусора) (1,45 м³/год) и норма накопления крупногабаритного мусора (0,46 м³/год) соответственно, м³/чел.

2. Определить среднюю по муниципальному образованию производительность транспортных средств по формуле (1). Выбрать по табл. 1 марку мусоровоза. Наиболее часто эксплуатируемые марки мусоровозов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики мусоровозов

Марка транспортного средства	Базовое шасси	Средняя производительность, м ³ (кг)	Загрузка / Коэффициент уплотнения
МКМ-111	ГАЗ-3307	8,6 (2950)	Боковая загрузка/ 2-3
МКГ	ГАЗ-3307	8,6 (3100)	Задняя механизированная / 2
МКМ-2	ЗИЛ-433362	10 (4700)	Боковая загрузка/ 2-3
КО-456	МАЗ-437043	6,0 (3000)	Задняя / 6
КО-449-10	ЗИЛ-433362	10 (4550)	Боковая механизированная /2,5
МКЗ-10	ЗИЛ-433362	10 (4500)	Задняя механизированная /2
МКЗ	ЗИЛ-433362	10 (5200)	Задняя механизированная / 2
КО-427-60	FordCargo 1824	16 (7000)	Задняя / 6
МКЗ-35	МАЗ-533702	16 (5800)	Задняя механизированная / 6
МКМ-35	МАЗ-533702	18 (7600)	Боковая загрузка / 2-3
КО-427-02	КАМАЗ-65115-1071	16 (7200)	Задняя/ 6
МКМ-40	КАМАЗ-53215	18 (7100)	Задняя механизированная / 5-6
КО-449-35	МАЗ-5336А3	22 (8100)	Боковая механизированная / 4
КО-449-33	МАЗ-5337А2	18,5 (7900)	Боковая механизированная / 4
КО-440	ГАЗ-3309	7,5	Задняя механизированная
МКМ-45	КАМАЗ-53215	20,6 (9000)	Боковая загрузка / 2-3
МКЗ-40	КАМАЗ-53215 (53229)	18 (7100)	Задняя механизированная / 5-6
КО-427-02	КАМАЗ-65115-1071	16 (7200)	Задняя/ 6

Вместимость контейнеров под отходы составляет $V_{\text{конт}}=0,75 \text{ м}^3$.

На одной площадке устанавливается $n_{\text{конт}}=5$ контейнеров под смешанные отходы.

Расстояние до мусоросортировочной станции составляет не более 15 км.

Количество контейнерных площадок для сбора ТКО $N_{\text{площ}}=10$ шт.

Норма накопления твердых коммунальных отходов $N_{\text{ТКО}}=1,45$ м³/год, норма накопления крупногабаритного мусора $N_{\text{КГО}}=0,46$ м³/год для всех вариантов.

Количество рейсов в день 3 рейса.

Среднее расстояние между местами сбора ТКО $L_{\text{ост}} = 500$ м.

Среднее количество контейнеров на площадке 5 шт.

3. Вычислить среднее количество остановок O по формуле (2).
4. Рассчитать пробег транспортного средства для осуществления сбора ТКО $L_{\text{сб}}$ по формуле (5).
5. Рассчитать время транспортирования (вывоза) ТКО за один рейс $T_{\text{в}}$ по формуле (6).
6. Рассчитать годовое число часов работы транспортного средства $\Gamma_{\text{ч}}$ по формуле (7).

Варианты ответов

(!) $L_{\text{сб}}=11,5$ км, $T_{\text{в}} = 0,938$ ч, $\Gamma_{\text{ч}} = 2044$ ч

(?) $L_{\text{сб}}=12,5$ км, $T_{\text{в}} = 1,144$ ч, $\Gamma_{\text{ч}} = 1044$ ч

(?) $L_{\text{сб}}=16$ км, $T_{\text{в}} = 1,414$ ч, $\Gamma_{\text{ч}} = 3044$ ч

(?) $L_{\text{сб}}=15$ км, $T_{\text{в}} = 1,844$ ч, $\Gamma_{\text{ч}} = 2044$ ч

(?) $L_{\text{сб}}=16$ км, $T_{\text{в}} = 4,144$ ч, $\Gamma_{\text{ч}} = 2044$ ч

Подсказка

Примем время погрузки-разгрузки 1,12 мин на основании нормативов [<http://docs.cntd.ru/document/902269843>]. Мусоровозы МКМ-2 и КО-440.

Полное решение задачи

Планируемый объем вывоза твердых коммунальных отходов от населения в сутки вычисляется по формуле (8):

$$V_{\text{ТКО}} = \text{Ч}_{\text{нас}} \cdot (\text{Н}_{\text{ТКО}} + \text{Н}_{\text{КГО}}) =$$

$$= 10000 \text{ чел.} \cdot (1,45 \text{ м}^3/\text{год} : 365 + 0,46 \text{ м}^3/\text{год} : 365) = 52,329 \text{ м}^3.$$

Весь объем отходов мусоровозы вывозят, делая по 3 рейса в день, за 1 рейс все мусоровозы вывозят 17,44 м³.

Для такого количество отходов выбираем из таблицы 2 мусоровоза МКМ-2 (ЗИЛ-433362) и КО-440 (ГАЗ-3309). Их производительность 10 и 7,5 м³ соответственно. Тогда средняя расчетная производительность транспортных средств по формуле (1) равна:

$$P_{\text{ср.р}} = \frac{P_i + (P_i + 1) + \dots + P_n}{n} = \frac{10 + 7,5}{2} = 8,75 \text{ м}^3.$$

Среднее количество остановок, совершаемое транспортным средством, рассчитывается по формуле (2) и равно:

$$O = \frac{P_{\text{ср}}}{(V_{\text{конт}} \cdot N_{\text{сред}})} = \frac{8,75}{0,75 \cdot 5} = 2,33 = 3 \text{ остановки,}$$

где $N_{\text{сред}}$ - среднее количество контейнеров, приходящихся на одну остановку, определяется по формуле (3):

$$N_{\text{сред}} = \frac{N_{\text{конт}}}{N_{\text{площ}}} = \frac{50}{10} = 5 \text{ шт.,}$$

где $N_{\text{конт}} = N_{\text{площ}} \cdot n_{\text{конт}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ шт.}$

Пробег транспортного средства для осуществления сбора ТКО рассчитывается по формуле (5) и равен:

$$L_{\text{сб}} = O \cdot L_{\text{ост}} + L_0 = 3 \cdot 0,5 \text{ км} + 10 \text{ км} = 11,5 \text{ км,}$$

где $L_0 = (5+15) / 2 = 10 \text{ км.}$

Примем время погрузки-разгрузки 1,12 мин. Тогда время вывоза ТКО за один рейс определяется по формуле (6):

$$\begin{aligned} T_{\text{в}} &= T_{\text{погр-разгр}} + L_{\text{сб}} \cdot N_{\text{проб}}^{\text{сб}} + \sum_{i=1}^n L_i^{\text{пр}} \cdot N_{\text{проб.}i} = \\ &= 1,12 / 60 + 11,5 \text{ км} \cdot 0,0458 + 15 \cdot 0,0262 = 0,0186 + 0,5267 + 0,393 = 0,9383 \text{ ч} \end{aligned}$$

или 56,3 минут.

Годовое число часов работы транспортного средства рассчитывается по формуле (7) и равно:

$$Г_ч = Д_к \cdot П \cdot K_{исп} = 365 \cdot 8 \cdot 0,7 = 2044 \text{ ч.}$$

Задания для самостоятельного решения

Варианты:

№ вар.	Параметры	№ вар.	Параметры	№ вар.	Параметры
1	Ч _{нас} =8000 чел., N _{площ} =10 шт.	11	Ч _{нас} =19000 чел., N _{площ} =20 шт.	21	Ч _{нас} =29000 чел., N _{площ} =30 шт.
2	Ч _{нас} =9000 чел., N _{площ} =10 шт.	12	Ч _{нас} =20000 чел., N _{площ} =20 шт.	22	Ч _{нас} =30000 чел., N _{площ} =30 шт.
3	Ч _{нас} =11000 чел., N _{площ} =10 шт.	13	Ч _{нас} =21000 чел., N _{площ} =20 шт.	23	Ч _{нас} =31000 чел., N _{площ} =30 шт.
4	Ч _{нас} =12000 чел., N _{площ} =10 шт.	14	Ч _{нас} =22000 чел., N _{площ} =20 шт.	24	Ч _{нас} =32000 чел., N _{площ} =30 шт.
5	Ч _{нас} =13000 чел., N _{площ} =10 шт.	15	Ч _{нас} =23000 чел., N _{площ} =20 шт.	25	Ч _{нас} =33000 чел., N _{площ} =30 шт.
6	Ч _{нас} =14000 чел., N _{площ} =10 шт.	16	Ч _{нас} =24000 чел., N _{площ} =20 шт.	26	Ч _{нас} =34000 чел., N _{площ} =30 шт.
7	Ч _{нас} =15000 чел., N _{площ} =10 шт.	17	Ч _{нас} =25000 чел., N _{площ} =20 шт.	27	Ч _{нас} =35000 чел., N _{площ} =30 шт.
8	Ч _{нас} =16000 чел., N _{площ} =10 шт.	18	Ч _{нас} =26000 чел., N _{площ} =20 шт.	28	Ч _{нас} =36000 чел., N _{площ} =30 шт.
9	Ч _{нас} =17000 чел., N _{площ} =10 шт.	19	Ч _{нас} =27000 чел., N _{площ} =20 шт.	29	Ч _{нас} =37000 чел., N _{площ} =30 шт.
10	Ч _{нас} =18000 чел., N _{площ} =10 шт.	20	Ч _{нас} =28000 чел., N _{площ} =20 шт.	30	Ч _{нас} =38000 чел., N _{площ} =30 шт.

Остальные параметры, как в методических указаниях и примере задачи.

2.4.2. Расчёт маршрута движения мусоровозов при вывозе твердых коммунальных отходов

Методические указания

Механизированная уборка городских территорий является одной из важных и сложных задач охраны окружающей среды города. Механизированная уборка городских дорог предусматривает работы по поддержанию в чистоте и порядке дорожных покрытий. Летом выполняются работы, обеспечивающие максимальную чистоту городских дорог и приземных слоев воздуха. Зимой производятся наиболее трудоемкие работы: предотвращение снежно-ледяных образований, удаление снега и скола, борьба с гололедом. Своевременное выполнение указанных работ позволяет поддерживать нормальное эксплуатационное состояние дорог без резкого снижения скоростей движения транспорта. Исходя из объемов работ и производительности машин, разбивку на маршруты производят на карте-плане участка, на который предварительно наносят протяженность улиц, их категории и места заправки поливомоечных машин, расположение баз технологических материалов, стоянок машин, находящихся на дежурстве, наличие больших уклонов, кривых малых радиусов и т.д., в соответствии с рис. 1.

Самостоятельно каждый студент выбирает район или микрорайон, для которого разрабатывает *схему маршрутов движения транспортных средств - мусоровозов*, вывозящих твердые коммунальные отходы с каждой площадки для сбора ТКО.

Студент копирует из сети интернет карты выбранного района или микрорайона, затем на листе в масштабе вычерчивает по этой карте план, на который наносит:

- имеющиеся жилые и общественные здания (магазины, детские сады, школы, поликлиники, торговые центры, спорткомплексы, банки и проч.), а также дворы, другие здания и сооружения,

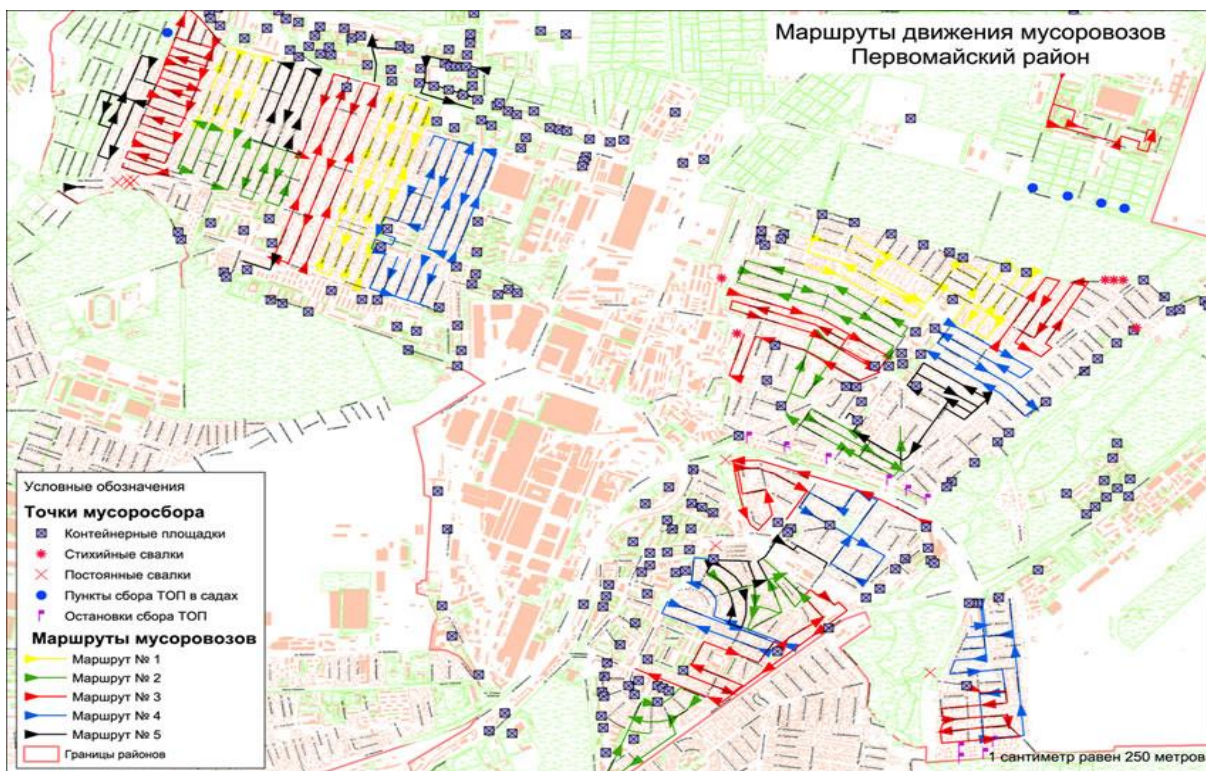


Рис. 1. Маршрутная карта работы машин по сбору ТКО

- дороги и проезды, в том числе закрытые шлагбаумами,
- имеющиеся площадки для сбора ТКО; около каждого общественного здания обязательно должна быть одна площадка с 1 контейнером для сбора ТКО,
- маршрут движения мусоровоза с указанием расстояний движения в районе/микрорайоне и расстояния до полигона,
- альтернативный маршрут движения мусоровоза (менее экономичный).

В конце работы студент делает вывод, почему им выбран именно этот маршрут, а не другой.

Тип мусоровоза студент выбирает самостоятельно.

Количество площадок и количество контейнеров на площадке студент указывает на схеме.

Заполненные мусоровозы отвозят ТКО по разработанному маршруту на полигоны или мусоросортировочные станции, если расстояние до полигона более 25 км.

Лист оформляется на чертежном бланке со штампом, по всем правилам.

Формат листа А3 или А2.

Условие задачи

Разработать маршрутную схему вывоза ТКО из выбранного населенного пункта (района/города, численность населения не менее 15000 человек).

Населенный пункт выбрать самостоятельно.

Задания для самостоятельного решения

Студенты выбирают район города самостоятельно (должны быть все разные районы).

2.5. Расчет потребности мусоросортировочных станций в городском районе

Методические указания к решению задач

Решение задачи основано на исходных данных задачи 2.1, включает расчет количества мусоросортировочных станций в выбранном городском районе; разработку схемы обезвреживания ТКО всего города: определение числа и вида инженерных сооружений по сортировке, переработке и захоронению ТКО.

Исходные данные

1. Процент извлечения вторичного сырья на мусоросортировочных станциях (МСС) составляет 30 %.

2. Техничко-экономические показатели МСС:

- производительность 100 тыс. т;
- капитальные вложения 56 млн руб.;
- эксплуатационные затраты 8,4 млн руб.

3. Массовая доля ТКО городского района (т) в общей массе отходов города представлена в табл. 1.

Таблица 1

Массовая доля ТКО городского района

Варианты	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30
Массовая доля ТКО	0,13	0,19	0,10	0,15	0,16	0,12	0,09	0,06	0,14	0,05

4. Техничко-экономические показатели мусороперерабатывающих заводов (МПЗ), мусоросжигательного завода (МСЗ) и полигона для захоронения ТКО приведены в табл. 2.

Полное решение задачи

1. Рассчитать количество МСС в городском районе.

1.1. Рассчитать массу компонентов вторичного сырья, извлеченного из ТКО на мусоросортировочных станциях (МСС). Для этого массу компонентов вторичного сырья в отходах, вывозимых на сортировку (см. табл. 5 задачи 2.1), умножить на долю их извлечения на МСС. Результаты расчетов занести в табл. 3.

1.2. Рассчитать количество МСС в городском районе (целое число). Расчеты вести исходя из производительности МСС.

1.3. Рассчитать массу ТКО городского района после удаления из них вторичного сырья на МСС (см. табл. 6 задачи 2.1 и табл. 3).

Таблица 3

Извлечение вторичного сырья на МСС

Компоненты	Масса вторсырья, т	Процентное содержание, %
Макулатура		
Черный металл		
Цветной металл		
Стеклобой		
Пластмасса		
Всего		100

Задание для самостоятельного решения

Варианты взять, как в задаче 2.1.

3. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ. МОНИТОРИНГ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

3.1. Определение числа и вида инженерных сооружений по сортировке, переработке и захоронению твердых коммунальных отходов

Методические указания к решению задач

Разработать схему обезвреживания ТКО в городе.

1. Рассчитать для всего города ориентировочную массу вторичного сырья, извлекаемого на ММС, и массу ТКО, отправляемых (после МСС) на городские инженерные сооружения для их обезвреживания. При расчетах исходить из долевого содержания отходов городского района в общей массе ТКО от всего города (см. табл. 1 и 3, а также результат расчета по п. 1.3).

2. Рассчитать количество МСС для города (целое число). Расчеты вести исходя из производительности МСС.

Таблица 2

Технико-экономические показатели работы инженерных сооружений по обезвреживанию ТКО

Показатель	Единица измерения	МПЗ с пиролизом	МПЗ	МСЗ	Полигон
Технология обезвреживания	-	Компостирование и пиролиз	Компостирование	Слоевое сжигание	Захоронение
Масса ТКО переработки (захоронения)	тыс. т	80	120	150	150
Отходы после переработки	% от массы ТКО	5 (балласт) + 6 (зола и шлак)	30 (некомпостируемые фракции)	30 (зола и шлак)	-
Срок обезвреживания	-	2 суток	2 суток	1 час	> 20 лет
Отчуждение ценных земель	га	8	8	4	8 - 120
Капитальные вложения	млн руб.	502,6	552,0	1293,8	71,4

Удельные капитальные вложения	руб./т	6282,5	4600,0	8625,3	476,0
Эксплуатацион- ные затраты	млн руб.	73,7	90,0	172,5	17,3
Удельные эксплуатацион- ные затраты	руб./т	921,2	750,0	1150,0	115,3

3. Определить количество и вид инженерных сооружений по обезвреживанию твердых коммунальных отходов: МПЗ, МСЗ и полигонов ТКО. Исходить из технико-экономических показателей (см. табл. 2) и расчета материального баланса работы инженерных сооружений (см. табл. 4).

Таблица 4

**Расчет материального баланса промышленной переработки
и захоронения ТКО**

Масса отходов, тыс. т	Варианты	
	1	2
на полигон (20...25 %)		
промышленную переработку (75...80 %)		
МПЗ		
МСЗ		
полигон после МПЗ		
полигон после МСЗ		
Всего отходов на полигоне		

Задания для самостоятельного решения

Варианты для решения задачи см. в задаче 2.1, табл. 8.

3.2. Составление схемы обезвреживания коммунальных отходов города. Расчет вместимости полигона

Методические указания к решению задач

Выбор оптимальной схемы обезвреживания и переработки твердых коммунальных отходов для конкретного региона определяется решением проблемы охраны окружающей среды, здоровья населения, а также экономической эффективностью использования земельных ресурсов. Учет климатических, географических, градостроительных условий и численности обслуживаемого населения играет существенную роль при решении проблемы

обезвреживания и утилизации твердых коммунальных отходов для конкретных условий.

Проектную вместимость полигона E_m определяют на расчётный период эксплуатации полигона:

$$E_m = \frac{(Y^* + Y^{**})(H^* + H^{**}) \cdot T \cdot \frac{\kappa_2}{\kappa_1}}{4}, \quad (1)$$

где T - принимаемый срок эксплуатации полигона;

Y^* – удельная норма накопления ТКО по объёму на первый год эксплуатации полигона определяется как удельная обобщённая годовая норма накопления ТКО на одного жителя, включая ТКО из учреждений и организаций;

Y^{**} – удельная норма накопления ТКО по объёму на последний год эксплуатации полигона, определяется из условия ежегодного прироста её по объёму на 3 %,

H^* и H^{**} – соответственно, количество обслуживаемого полигоном населения на первый и последний годы эксплуатации полигона, чел.;

κ_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТКО в процессе эксплуатации полигона за срок T (табл. 1);

κ_2 – коэффициент, учитывающий объём изолирующих слоёв грунта (промежуточных и окончательного), $\kappa_2 = 1,2$.

$$Y^{**} = Y^* \cdot (1,03)^{T-1}, \text{ м}^3/\text{чел.} \cdot \text{год} \quad (2)$$

Количество обслуживаемого полигоном населения на первый год H^* определяется согласно исходным данным. Количество обслуживаемого полигоном населения на последний год эксплуатации полигона H^{**} определяется согласно генеральному плану развития района застройки. Исходя из этого, ожидается ежегодный рост населения на 2%, тогда:

$$H^{**} = H^* \cdot (1,02)^{T-1}, \text{ чел.} \quad (3)$$

Проектная высота полигона определяется по графику (рис. 2), на последний год его эксплуатации.

Таблица 1

Зависимость коэффициента уплотнения ТКО κ_1 от высоты полигона $H_{пл}$

Полная проектная высота полигона $H_{пл}$, м	κ_1
До 10	3
От 11 до 20	3,7
От 21 до 50	4
От 51 и более	4,5

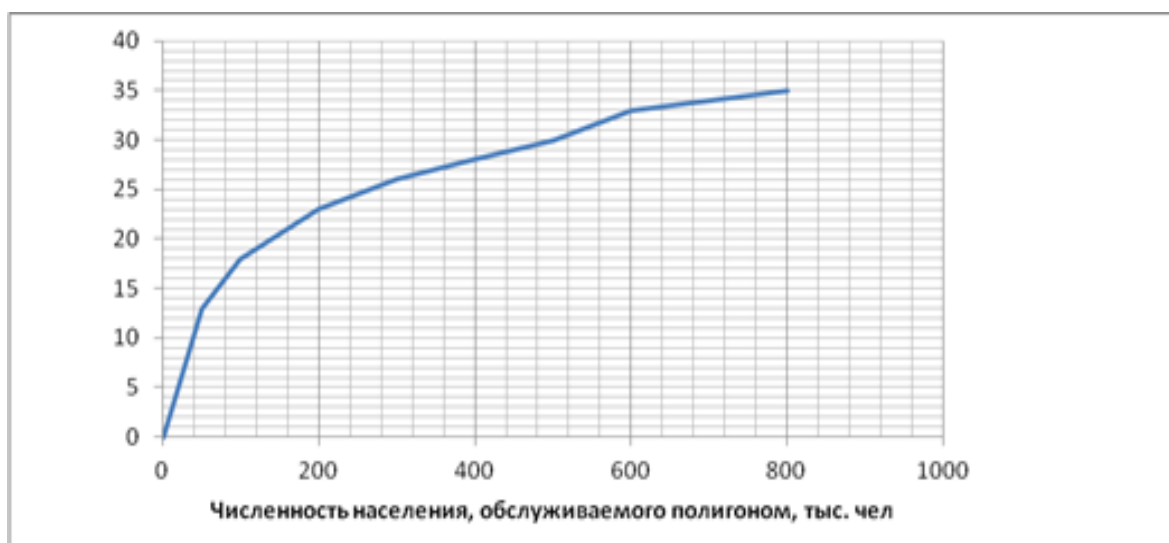


Рис. 2. График зависимости от высоты полигона от численности обслуживаемого населения

Расчет требуемой площади земельного участка для прямоугольной формы площадки складирования ТКО вычисляется по формуле:

$$A = aE / H, \quad (4)$$

где a - коэффициент, учитывающий крутизну заложения откосов, при заложении внешних откосов 1:4, $a=3$; H - проектируемая высота полигона, м.

Условие задачи

В населенном пункте с населением 250000 человек осуществляется плано-регулярная очистка территории автотранспортом спецпредприятия. Вывоз ТКО производится на городской полигон депонирования отходов, расположенный в 18 км от города. Для полигона с перспективой эксплуатации 20 лет, отведен земельный участок 105 га. Оценить достаточность земельного участка, отведенного под полигон, если каждый год количество населения

возрастает на 2%. Норма накопления для выбранного населенного пункта (Москва) 1,45 куб.м - 272 кг в год (плотность 187,5 кг/м³) на первый год эксплуатации полигона, ежегодно увеличиваясь на 3%.

Варианты ответов

(?) 367606,96 м³; 424254,4 м³

(!) 3676006,96 м³; 424154,4 м²

(?) 3676600,69 м³; 442514,4 м²

(?) 763600,69 м³; 542415,44 м²

(?) 7360606,96 м³; 524145,4 м²

Полное решение задачи

Проектную вместимость полигона E определяют на расчётный период эксплуатации полигона по формуле:

$$E = \frac{(Y^* + Y^{**})(H^* + H^{**}) \cdot T \cdot \frac{\kappa_2}{\kappa_1}}{4}, \quad (1)$$

где T - принимаемый срок эксплуатации полигона, $T = 20$ лет;

Y^* – удельная норма накопления ТКО по объёму на первый год эксплуатации полигона определяется как удельная обобщённая годовая норма накопления ТКО на одного жителя, (включая ТКО из учреждений и организаций);

Y^{**} – удельная норма накопления ТКО по объёму на последний год эксплуатации полигона, определяется из условия ежегодного прироста её по объёму на 3 %,

H^* и H^{**} – соответственно, количество обслуживаемого полигоном населения на первый и последний годы эксплуатации полигона, чел.;

κ_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТКО в процессе эксплуатации полигона за срок T (табл. 1);

κ_2 – коэффициент, учитывающий объём изолирующих слоёв грунта (промежуточных и окончательного), $\kappa_2 = 1,2$.

$$Y^{**} = Y^* \cdot (1,03)^{T-1} = 1,45 \cdot (1,03)^{19} = 2,54 \text{ м}^3/\text{чел.} \cdot \text{год} \quad (2)$$

Количество обслуживаемого полигоном населения на последний год эксплуатации полигона H^{**} определяется согласно генеральному плану развития района застройки. Исходя из этого, ожидается ежегодный рост населения на 2%, тогда:

$$H^{**} = H \cdot (1,02)^{T-1} = 250000 \cdot (1,02)^{19} = 364203 \text{ чел.} \quad (3)$$

Проектная высота полигона определяется по графику (рис. 2), на последний год его эксплуатации. Так, при численности населения 364 203 человек высота полигона составит $H_{\text{пл}} = 26,0$ м. Согласно табл. 1 при $H_{\text{пл}} = 26$ м $\rightarrow \kappa_1 = 4$.

Проектная вместимость полигона E составит по формуле (1):

$$E = \frac{(1,45 + 2,54)(250000 + 364203) \cdot 20 \cdot \frac{1,2}{4}}{4} = 3676006,96 \text{ м}^3.$$

Расчет требуемой площади земельного участка для прямоугольной формы площадки складирования ТКО вычисляется по формуле (4):

$$A = 3 \cdot 3676006,96 / 26 = 424154,4 \text{ м}^2.$$

Задания для самостоятельного решения

Варианты с привязкой к номеру зачетной книжки: номер варианта совпадает с последней цифрой в зачетной книжке.

Все величины, кроме заданных, взять, как в примере.

№ вар.	Задание	№ вар.	Задание	№ вар.	Задание
1	$H^*=100000$ чел. $Y^*=1,95 \text{ м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	11	$H^*=460000$ чел. $Y^*=2,09 \text{ м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	21	$H^*=710000$ чел. $Y^*=2,44 \text{ м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
2	$H^*=140000$ чел.	12	$H^*=500000$ чел.	22	$H^*=670000$ чел.

	$Y^*=1,89\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет		$Y^*=1,33\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет		$Y^*=2,24\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
3	$H^*=180000$ чел. $Y^*=1,92\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	13	$H^*=540000$ чел. $Y^*=2,03\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	23	$H^*=630000$ чел. $Y^*=0,84\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
4	$H^*=220000$ чел. $Y^*=1,99\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	14	$H^*=580000$ чел. $Y^*=1,86\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	24	$H^*=590000$ чел. $Y^*=0,902\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
5	$H^*=260000$ чел. $Y^*=1,43\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	15	$H^*=620000$ чел. $Y^*=2,2\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=15$ лет	25	$H^*=550000$ чел. $Y^*=2,5\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
6	$H^*=300000$ чел. $Y^*=2,61\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	16	$H^*=660000$ чел. $Y^*=1,89\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	26	$H^*=510000$ чел. $Y^*=2,364\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
7	$H^*=340000$ чел. $Y^*=2,29\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	17	$H^*=700000$ чел. $Y^*=1,5 \text{ м}^3/\text{год.чел.}$ $T=15$ лет	27	$H^*=470000$ чел. $Y^*=1,69\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
8	$H^*=380000$ чел. $Y^*=2,79\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	18	$H^*=740000$ чел. $Y^*=1,94$ $\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=15$ лет	28	$H^*=430000$ чел. $Y^*=2,17\text{м}^3/\text{год.чел.м}^3/\text{год.чел}$ $T=10$ лет
9	$H^*=400000$ чел. $Y^*=2,49\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	19	$H^*=780000$ чел. $Y^*=1,84\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	29	$H^*=390000$ чел. $Y^*=2,2\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет
10	$H^*=420000$ чел. $Y^*=2,58\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=20$ лет	20	$H^*=750000$ чел. $Y^*=1,62\text{м}^3/\text{год.чел}$ $T=15$ лет	30	$H^*=350000$ чел. $Y^*=2,44\text{м}^3/\text{год.чел.}$ $T=10$ лет

3.3. Расчет тарифов на услуги по сбору, вывозу и утилизации коммунальных отходов из населенного пункта

Методические указания к решению задач

Таблица 1

Методика расчета тарифа на услуги по сбору и вывозу ТКО

№ п/п	Затраты на сбор и транспортировку ТКО	Статьи затрат	Формула
1	Фонд оплаты труда водителей и грузчиков, включая отчисления на социальное страхование $C_{\text{ФОТ}}$ (вод. и груз.)	$ЗП_{\text{ср}}$ — средняя месячная заработная плата водителей и грузчиков; N — численность работающих; $K_{\text{соц}}$ — коэффициент отчислений на социальное и пенсионное страхование, %	$C_{\text{ФОТ}} (\text{водит. и} \\ \text{груз.}) = \\ = ЗП_{\text{ср}} \cdot N + K_{\text{соц}}$ (1)
2	Затраты на топливо для спецавтомобилей $C_{\text{топл}}$	$P_{\text{топл}}$ — расход топлива, л; $\Pi_{\text{топл}}$ — усредненная цена одного литра топлива руб./л; $H_{\text{км}}$ — норма расхода топлива на 100 км пробега спецмашины,	$C_{\text{топл}} = P_{\text{топл}} \cdot \Pi_{\text{топл}}$ (2) $P_{\text{топл}} = H_{\text{км}} \cdot L_{\text{общ}} / 100$ (3) $P_{\text{оборуд}} = H_{\text{оборуд}} \cdot T$ (4)

		л/100 км; $L_{\text{общ}}$ — длина общего пробега спецмашины за отчетный период, км; 100 км — расстояние, на которое рассчитана норма расхода топлив $H_{\text{км}}$; $P_{\text{оборуд}}$ — расход топлива на работу спецоборудования, л; $H_{\text{оборуд}}$ — установленная норма расхода топлива на работу спецоборудования, л/ч; T — время работы специального оборудования, ч	
3	Затраты на смазочные материалы $C_{\text{см}}$	ГСМ	Затраты на смазочные материалы составляют 10% от стоимости топлива
4	Затраты на ремонт и	$C_{\text{ФОТ}}$ (ремонт, раб.) —	$C_{\text{рто}} = C_{\text{ФОТ}}$ (ремонт,

	техническое обслуживание спецтранспорта $C_{рто}$	фонд оплаты труда ремонтных рабочих, руб.; $C_{з.ч}$ — затраты на запасные части для спецтранспорта, руб.; $ЗП_{ср}$ — средняя месячная заработная плата мастеров и диспетчеров, руб.; N — численность работающих; $K_{соц}$ — коэффициент отчислений на социальное и пенсионное страхование, %;	раб.) + $C_{з.ч}$ (5) $C_{ФОТ}$ (ремонт, раб.) = $= ЗП_{ср} \cdot N + K_{соц}$ (6)
5	Амортизационные отчисления C_a	Φ_6 — балансовая стоимость автотранспорта; H_6 — норма амортизационных отчислений, %	$C_a = \Phi_6 \cdot H_6$ (7)
6	Фонд оплаты труда административно-управленческого персонала с	$ЗП_{ср}$ — средняя месячная заработная плата административно-	$C_{ФОТ} = ЗП_{ср} \cdot N + K_{соц}$ (8)

	отчислениями на социальное страхование $C_{\text{ФОТ}}(\text{АУП})$	управленческого персонала, сом; N — численность работающих; $K_{\text{соц}}$ — коэффициент отчислений на социальное и пенсионное страхование, %	
7	Прочие расходы $C_{\text{пр}}$	покупка и обслуживание контейнерного парка; арендные платежи; оплата услуг связи и пр.	Приняты в размере 5%
8	$C_{\text{с.т.}}$ (себестоимость работ по сбору и транспортировке ТКО)= $=C_{\text{ФОТ}}(\text{вод. и груз.}) + C_{\text{топл}} + C_{\text{см}} + C_{\text{рто}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ФОТ}}(\text{АУП}) + C_{\text{пр}}$		
9	$T=C_{\text{с.т.м}^3}$ (себестоимость работ по сбору и транспортировке за 1 м ³ ТКО)= $=C_{\text{с.т.}}/O$ (объем отходов, вывозимый специализированной организацией за отчетный период, м ³)		

Условие задачи

Рассчитать тариф на вывоз ТКО на полигон типовой организацией, занимающейся вывозом ТКО, в объеме 18 000 м³. Организация имеет 20 мусоровозов вместимостью кузова 10 м³. Каждый мусоровоз в среднем ездит на полигон 3 раза в день. Расстояние до полигона в среднем составляет 20 км.

Таким образом, в день одна машина вывозит 60 м^3 . В месяц — 600 м^3 . А 20 машин в месяц вывозят $18\,000 \text{ м}^3$. Состав персонала организации: директор — 1, бухгалтер — 1, инженер — 1, диспетчер — 2, мастер — 2, грузчик — 10, водитель — 20.

Результаты расчета занести в таблицу.

Варианты ответов

- (?) 49,2
- (?) 54,0
- (!) 106,5
- (?) 156,2
- (?) 111,9

Полное решение задачи

Таблица 2

$C_{\text{ФОТ(вод. ит. и грузч.)}}$, руб.	$P_{\text{топл. л}}$	$C_{\text{см}}$, руб.	$C_{\text{ФОТ(рем. раб.)}}$, руб.	$C_{\text{з.ч.}}$, руб.	$C_{\text{рто.}}$, руб.	$C_{\text{а.}}$, руб.	$C_{\text{ФОТ(АУП)}}$, руб.	$C_{\text{пр(5\%)}}$, руб.	$C_{\text{с.т.}}$, руб.	$C_{\text{с.т(с уч. прибыл и)}}$, руб.	T (тариф на вывоз $1 \text{ м}^3 \text{ ТКО}$), руб.
340 200	133 2	45 55 4	45 36 0	51 84 0	97 20 0	37 5 00 0	84 420	69 89 6	1 46 7 81 4	1 908 158	106,5

Задания для самостоятельного решения

Рассчитать тариф на вывоз ТКО на полигон типовой организацией, занимающейся вывозом ТКО, в объеме O , м^3 . Организация имеет 20 мусоровозов вместимостью кузова 10 м^3 . Каждый мусоровоз в среднем ездит на

полигон 3 раза в день. Расстояние до полигона в среднем составляет 20 км. Таким образом, в день одна машина вывозит 60 м³. В месяц — 600 м³. А 20 машин в месяц вывозят 18 000 м³.

Состав персонала организации: директор — 1, бухгалтер — 1, инженер — 1, диспетчер — 2, мастер — 2, грузчик — 10, водитель — 20.

Данные для расчетов приведены в табл. 3.

Варианты с привязкой к номеру зачетной книжки: номер варианта совпадает с последней цифрой в зачетной книжке.

Таблица 3

Данные для самостоятельного решения

№ варианта	Задания	№ варианта	Задания	№ варианта	Задания
1	O=15000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов	11	O=20000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов	21	O=25000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов
2	O=15000 м ³ N=32 чел. 15 мусоровозов	12	O=20000 м ³ N=32 чел. 15мусоровозов	22	O=25000 м ³ N=32 чел. 15 мусоровозов
3	O=15000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов	13	O=20000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов	23	O=25000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов
4	O=15000 м ³ N=42 чел. 25 мусоровозов	14	O=20000 м ³ N=42 чел. 25мусоровозов	24	O=25000 м ³ N=42 чел. 25 мусоровозов

5	O=15000 м ³ N=47 чел. 30мусоровозов	15	O=20000 м ³ N=47 чел. 30 мусоровозов	25	O=25000 м ³ N=47 чел. 30 мусоровозов
6	O=12000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов	16	O=22000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов	26	O=27000 м ³ N=27 чел. 10 мусоровозов
7	O=12000 м ³ N=32 чел. 15 мусоровозов	17	O=22000 м ³ N=32 чел. 15мусоровозов	27	O=27000 м ³ N=32 чел. 15 мусоровозов
8	O=12000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов	18	O=22000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов	28	O=27000 м ³ N=37 чел. 20 мусоровозов
9	O=12000 м ³ N=42 чел. 25 мусоровозов	19	O=22000 м ³ N=42 чел. 25мусоровозов	29	O=27000 м ³ N=42 чел. 25 мусоровозов
10	O=12000 м ³ N=47 чел. 30 мусоровозов	20	O=22000 м ³ N=47 чел. 30 мусоровозов	30	O=27000 м ³ N=47 чел. 30 мусоровозов

3.4. Паспортизация отходов

3.4.1. Составление перечня отходов предприятия

Методические указания

Деятельность любого предприятия связана с образованием отходов. Для примера рассмотрим фабрику по производству кожаной обуви. При производстве обуви используется сырье: кожа, мех, полиуретан. При раскройке образуются обрезки кожи, меха. При отливке подошвы образуются отходы полиуретана. Кроме того, на фабрике работает производственный персонал (ПП), который в ходе своей жизнедеятельности образует отход аналогичный по составу твердым коммунальным отходам. Ни одна фабрика не существует без административно-управленческого персонала (АУП). От работы АУП образуется еще один вид отхода - макулатура. Таким образом, от работы фабрики по производству кожаной обуви образуется минимум 5 видов отходов:

1. обрезки кожи;
2. обрезки меха;
3. отходы полиуретана;
4. отход аналогичный по составу твердым коммунальным отходам;
5. макулатура.

На данном примере мы можем показать разницу между отходами потребления и производства. *Отходами потребления* являются те, которые образуются в ходе потребления уже готовой продукции. Такими являлись макулатура и мусор от жизнедеятельности персонала. *Отходами производства* являются отходы, образующиеся в ходе производства продукции (в данном примере это отходы меха, кожи и полиуретана).

Условие задачи

Необходимо разделиться на группы для выполнения дальнейших заданий. Каждая группа студентов на протяжении занятий представляет интересы одного из предприятий, приведенных ниже. При этом часть студентов из группы представляет финансовые интересы предприятия (директора), другая

часть студентов отвечает за выполнения требований природоохранного законодательства (экологи).

Согласно роду деятельности предприятия и приведенному выше примеру составить список образующихся на предприятии отходов. Для каждого вида отходов найти код и наименование в Федеральном классификаторе отходов (ФККО), утвержденном приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.07.2014 № 445 и заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Перечень отходов, образующихся на предприятии

Наименование отхода по данным предприятия	Код отхода по ФККО	Наименование отхода по ФККО	Отходообразующий вид деятельности, процесс

Полное решение задачи

Таблица 2

Пример для предприятия «Ремонт обуви»

Наименование отхода по данным предприятия	Код отхода по ФККО	Наименование отхода по ФККО	Отходообразующий вид деятельности, процесс
Обрезки кожи	30431101294	Обрезь кож хромового дубления	Пошив обуви
Обрезки меха	30432000000	Отходы пошива обуви из кожи	Пошив обуви
Отходы полиуретана	43425000000	Отходы продукции из	Пошив обуви

		полиуретана	
Отход, аналогичный по составу твердым коммунальным отходам	73310001724	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритны й)	Жизнедеятельнос ть сотрудников
Макулатура	40512202605	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводств а	Отходы от деятельности административно -управленческого персонала

Задания для самостоятельного решения

Варианты с привязкой к номеру зачетной книжки: номер варианта совпадает с последней цифрой в зачетной книжке.

В каждом виде предприятия дается четное число вариантов. Студенты поровну делят задачу: половина из числа в варианте представляет дирекцию, половина – экологов. Каждый составляет свой вариант отходов.

Варианты:

1-2. Офис управляющей компании

3-4. Мастерская по ремонту крупной и мелкой бытовой техники

5-6. Автомастерская

7-8. Предприятие, производящее пластиковую тару

9-10. Кондитерский комбинат

11-12. Предприятие, сдающее здание с прилегающей территорией в аренду
под офисы

13-14. Сельскохозяйственное предприятие, занимающееся разведением птицы

15-16. Парикмахерская

17-18. Ателье

19-20. Столовая

21-22. Библиотека

23-24. Химчистка

25-26. Продовольственный магазин

3.4.2. Составление паспорта отходов

Методические указания к решению задач

Условие задачи

Руководствуясь приведенными методическими указаниями, по вариантам, приведенным в задании ниже, заполнить паспорта на опасные отходы. Образец представлен на рис. 4 ниже.

(лицевая сторона)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующая муниципального дошкольного
образовательного учреждения детский сад № 20
«Колокольчик» Курского муниципального района
Ставропольского края

Абаджеева Н.А.	
(подпись)	(фамилия, инициалы)
« 24 »	ноября 2014 г.

М.П.

ПАСПОРТ ОТХОДОВ I-IV КЛАССОВ ОПАСНОСТИ

Составлен на 7 33 100 01 72 4 мусор от офисных и бытовых помещений
организаций несортированный (исключая крупногабаритный)
(указывается вид отхода, код и наименование по федеральному
классификационному каталогу отходов)

образованный в процессе деятельности юридического лица

Чистка и уборка нежилых помещений

(указывается наименование технологического процесса, в результате которого образовался
отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские
свойства, с указанием наименования исходного товара)

состоящий из Пищевые отходы – 10,40%; бумага и картон – 66,60%; полимерные
материалы – 7,60%; стекло – 1,60%; древесные отходы – 2,90%;
хлопок, х/б – 1,10%; железо, металл – 3,00%; медь – 1,30%; отсев
менее 16 мм – 5,50%.
(химический и (или) компонентный состав отхода, в процентах)

Смесь твердых материалов (включая волокна) и изделий

(агрегатное состояние и физическая форма: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель,
эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое
изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное – указать нужное)

имеющий	4	(Четвертый)	класс опасности
	(класс опасности)	(прописью)	

по степени негативного воздействия на окружающую среду.

(оборотная сторона)

Полное наименование юридического лица

Муниципальное дошкольное образовательное учреждение детский сад № 20
«Колокольчик» Курского муниципального района Ставропольского края

Сокращенное наименование

МДОУ № 20

Индивидуальный номер налогоплательщика

2612018706

Код по Общероссийскому
Классификатору предприятий и организаций

57155254

Код по Общероссийскому Классификатору
видов экономической деятельности

80.10.1

Местонахождение 357871, Ставропольский край, Курский район, с. Полтавское,
ул. Школьная, 2 А.

Почтовый адрес 357871, Ставропольский край, Курский район, с. Полтавское,
ул. Школьная, 2 А.

Рис. 4. Пример оформленного паспорта отходов

Полное решение задачи (образец)

Бланк для заполнения паспорта отходов

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель юридического лица

_____Иванов И. И.

(подпись) (фамилия, инициалы)

"12" мая 2020 г.

М.П.

Паспорт отходов I - IV классов опасности

Составлен на

(указывается вид отхода, код и наименование по ФККО)

образованная в процессе деятельности индивидуального предпринимателя или
юридического лица при _____

(указывается наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход,

или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские

_____,
свойства, с указанием наименования исходного товара)
состоящий из _____ бумага 99,95% и клей 0,05%
(химический и (или) компонентный состав отхода, в процентах)

(агрегатное состояние и физическая форма: твердый, жидкий, пастообразный, шлам,
гель, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое
изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное - указать нужное)

имеющий _____ IV (четвертый) _____ класс опасности по степени негативного
(класс опасности) (прописью)

воздействия на окружающую среду.

Наименование юридического лица _____ ООО «Фабрика стройки» _____.

Сокращенное наименование юридического лица - _____

Индивидуальный номер налогоплательщика _____

Код по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций
0060621966

Код по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности
_____ 19 «Производство» _____.

Местонахождение 109521, г Москва, пр. 1-й Вазовский, д. 4, стр. 10

Почтовый адрес 109521, г Москва, пр. 1-й Вазовский, д. 4, стр. 1, оф 23

Задания для самостоятельного решения

Для одного вида отходов (из списка отходов, составленных при выполнении задачи 3.4.1) с известным классом опасности заполните форму паспорта опасного отхода согласно Постановлению Правительства РФ № 712 и данным предприятия.

Варианты с привязкой к номеру зачетной книжки: номер варианта совпадает с последней цифрой в зачетной книжке.

№ вари анта	Наименование отхода (класс опасности)	Наименование компонента	Содержание (% от массовой доли)
1-6	Мусор от бытовых	Бумага, картон	12.0

	помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) (4)	Полимеры	15.0
		Стекло	9.0
		Металл	10.0
		Дерево	7.0
		Текстиль	8.0
		Пищевые остатки	19.0
		Смет с полов и строительный мусор	20.0
7-12	ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак (1)	Стекло	93.0
		Алюминий	2.0
		Ртуть	0.03
		Люминофор	4.97
13- 18	Лом черных металлов несортированный (5)	Лом черных металлов	100
19- 24	обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%) (4)	Ткань х/б	81.0
		Нефтепродукты	16.0
		Механические примеси	3.0
25- 30	кислота серная аккумуляторная отработанная (3)	Серная кислота	17.0
		Механические примеси	2.0
		Свинец	1.0
		Вода	80.0