

данной процедуры в холодное время года может быть достаточно трудным из-за промерзания почвы. В подобных случаях следует рассмотреть возможность применения альтернативных изолирующих покрытий, таких как пластиковая пленка, изолирующая пена, и прочее.

(8) Условия работы на объекте

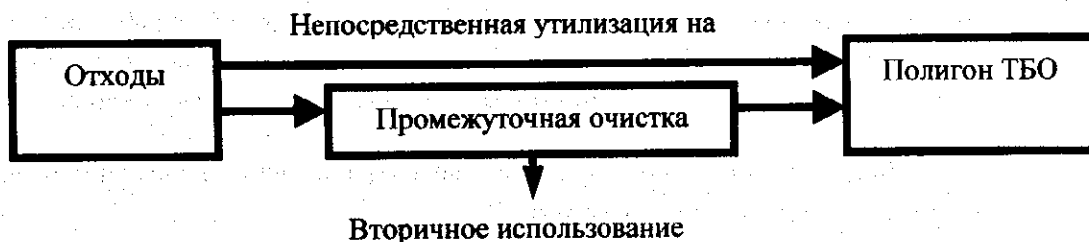
При планировании сооружений современного полигона твердых отходов учитывались соответствующие санитарные и прочие необходимые условия работы на объекте. Для этого предусмотрены такие помещения личной гигиены как туалеты, душевые кабины, раздевалки и комнаты отдыха. Ежедневный изолирующий слой грунта помогает поддерживать санитарное состояние на территории полигона на должном уровне. Офисы административного здания полигона будут оборудованы кондиционерами и телефонами. Для инспектирования объекта будут выделены машины.

(9) Предельно эффективное использование территорий

Согласно плану землепользования г. Астаны, после закрытия полигон должен использоваться под зеленые парковые насаждения и спортивные площадки для повышения ценности недвижимого имущества.

К.4.5 Захоронение отходов на полигоне с засыпкой грунтом и проведением промежуточной обработки

Под «промежуточной обработкой» понимают очистку отходов до захоронения на полигоне, проводимую в целях дезинфекции, обработки токсичных отходов, сокращения объемов мусора и извлечения полезных материалов.



В мире существует несколько технологий промежуточной очистки:

- сжигание;
- сжигание с регенерацией тепла (в т.ч. выработкой электроэнергии);
- сжигание с плавкой зольной пыли;

- газификация с плавкой твердых материалов;
- регенерированное из отходов топливо;
- компостирование;
- измельчение и сортировка.

Страны мира можно подразделить на несколько групп, в зависимости от политики управления ТБО, основанной на региональных, климатических, геологических, экономических и политических условиях.

Так, например, в Японии более 70% ТБО сжигается городскими властями. В таких странах как Швейцария, Дания, Люксембург также практикуют сжигание (приблизительно 70 % от общего объема) в связи с высокой плотностью населения, высоким уровнем ВВП и ограниченностью территорий.

В то же время США, Канада, Испания, Норвегия, Великобритания, Германия, Италия, Португалия и Финляндия, непосредственно сбрасывают 60-90% отходов на полигоны ТБО. Испания, Португалия и Финляндия около 10-20% городских ТБО отправляют на заводы компостной обработки, а США, Канада и Германия более 10% ТБО сортируют на промежуточных станциях в целях извлечения ценного материала из отходов.

Во Франции, Бельгии и Нидерландах более половины городских твердых отходов отправляются на полигон, 25 - 40% из оставшихся ТБО сжигаются, а остальные очищаются для компостирования, либо для извлечения полезных материалов.

Решающим фактором в политике управления утилизации городских твердых отходов стало внедрение вышеупомянутой промежуточной обработки с целью компенсации энергозатрат или извлечения ценных материалов, прибыль от продаж которых превышает строительные и производственные расходы.

Ниже представлены важные факторы, обуславливающие преимущественность системы промежуточной обработки:

- трудности поиска подходящего места для размещения полигона;
- увеличивающиеся затраты на эксплуатацию полигона, включая транспортные средства;
- увеличивающиеся объемы производимых отходов обеспечивают рентабельность сооружений промежуточной обработки;

- качественный состав отходов дает возможность выработки энергии и извлечения полезных материалов;
- достаточный спрос на воспроизведенную энергию и ценные вторичные материалы, включая компост;
- экономическая доступность промежуточных очистных сооружений для г. Астаны;
- принятие законодательных актов, норм и руководств по управлению отходами.

(1) Сжигание

Данный метод заключается в сжигании отходов с использованием их теплотворной способности в печи при температуре выше 800°C с целью санитарной обработки и сокращения объемов отходов до состояния зольной пыли (10%-20% от первоначального объема).

В случае наличия топки для плавки угольной пыли, помимо камеры сжигания, объем отходов можно сократить до 5-10% от первоначального. Шлаки, как конечный продукт сжигания, могут быть использованы в качестве низкосортных строительных материалов. Кроме того, энергозатраты на сжигание ГТО могут быть восстановлены, при условии, что низшая теплотворная способность отходов составит не менее 6 тыс. кДж/кг, объем отходов, необходимы для воспроизведения тепловой энергии - не менее 100 т/день, а для выработки электроэнергии - не менее 300 т/день. Сжигание при высоких температурах позволяет производить санитарную очистку отходов и стабилизацию химического состава твердых бытовых отходов. Более того, некоторые материалы, подлежащие рециклингу, могут быть извлечены на этапе, предшествующем непосредственному сжиганию.

Однако с другой стороны, технология сжигания требует высоких строительных и эксплуатационных затрат. Начальная стоимость мусоросжигательного завода варьируется в пределах 200-500 тыс. долл. США на 1 тонну/день. Ежегодные эксплуатационные издержки составят 50-150 долл. США на 1 т. мощности завода. К примеру, если предположить, что в 2020 году сжигание всех объемов ГТО будет производиться только на одном заводе, то его мощность может быть рассчитана следующим образом:

(мощность) = (суточный объем образования ТБО)

х (КПД режима эксплуатации)

х (КПД условий эксплуатации)

- суточный объем образования ГТО в 2020 году составит 640 т, с предположительной плотностью ГТО 0,2 т/м³ у источника образования;
- КПД режима эксплуатации: 0,77, подсчитано с учетом рабочих 280 дней в году, в то время как остальные 85 нерабочих дней необходимы для проведения технического обслуживания, инспектирования, пуска и остановки работы сооружений по сжиганию;
- КПД условий эксплуатации: обычно принимается за 0,96, при условии работы завода в течение 24 часов в сутки.

Таким образом, мощность завода в 2020 году по подсчетам составит 870 т/сутки. Это означает, что первоначальная стоимость строительных работ будет составлять 174-435 млн. долл. США, а ежегодное обслуживание и эксплуатация завода без учета затрат на рабочую силу составит 11,6-35 млн. долл. США. Данный расчет произведен по укрупненным показателям, в связи с этим необходимо провести более детальное исследование для составления сметы. Начальная стоимость затрат будет увеличена, если включить стоимость дополнительного оборудования, такого как: топка для плавки угольной пыли и энергоблок для выработки вторичной электроэнергии. С другой стороны, расходы на техническое обслуживание и эксплуатацию могут быть заметно снижены благодаря энергии, полученной от сжигания, или за счет дохода с продаж вырабатываемой электроэнергии.

Технология газификации и плавки отходов впервые была внедрена в Японии причем относительно недавно, что позволило трансформировать отходы в синтетический газ при температуре 500-600°C, а оставшуюся зольную пыль растопить и превратить в шлак при температуре 1200°C, используя теплотворную способность синтетического газа. Начальная и эксплуатационная стоимости данной системы почти одинаковы, либо чуть ниже стоимости топки для сжигания зольной пыли.

(2) Регенерированное из отходов топливо (регенерированное топливо)

Регенерированное из отходов топливо (РТ) может быть получено из горючих ТБО и использовано для энергоснабжения систем отопления или охлаждения. Теплотворная способность РТ почти эквивалентна углю и составляет 15-20 тыс.

кДж/кг. Процесс получения РТ заключается в измельчении ТБО, их сортировке на ценные вторично используемые материалы, такие как металлы и сыпучие вещества (песок), обезвоживании в сушилке и затвердевании, сопровождающимся образованием гранул диаметром 15 - 20 мм и длиной 30 – 150 мм.

Преимущества РТ включают простоту хранения и транспортировки, ввиду того, что топливо проходит санитарную обработку с добавлением специальных химических компонентов и примесей, таких как известь, дезодоранты и вещества, уменьшающие объем. Качество РТ превосходит ГТО, ввиду гомогенизованности первого, поэтому процесс горения РТ происходит более ровно и продуктивно. Технология производства РТ эффективна в случае наличия эквивалентного спроса на него, т.е. спроса на энергию.

Отрицательным факторам РТ является то, что данный вид топлива все же остается мусором, что подразумевает установку необходимого оборудования, контролирующего воздействие на окружающую среду, на заводах, где оно используется или производится. Высокий уровень строительных и эксплуатационных расходов также является одним из недостатков. В связи с техническими различиями между печью для сжигания отходов и заводом по выработке РТ, трудно ожидать снижения уровня начальных затрат. Увеличение начальной стоимости установки по производству РТ напрямую зависит от увеличения ее производительных мощностей. Начальная стоимость установки колеблется в пределах 200-400 тыс. долл. США за 1 тонну ГТО, перерабатываемых в РТ. Предположив, что весь объем ГТО будет перерабатываться для получения регенерированного топлива на одном заводе, производительная мощность завода также как и печи для сжигания отходов будет зависеть от следующих параметров:

$$\text{(мощность завода по производству РТ)} = \frac{\text{(суточный объем образования ТБО)}}{\text{х (КПД режима эксплуатации)}} \times \text{х (КПД условий эксплуатации)}$$

- суточный объем образования ГТО в 2020 году составит 640 т, с предположительной плотностью ГТО 0,2 т/м³ у источника образования;
- коэффициент полезного действия режима эксплуатации: 0,77, т.е. эксплуатация завода по времени насчитывает 282 дня в году, в то время

как 30 дней необходимы для проведения технического обслуживания и инспектирования, при условии 16-часового рабочего дня 6 дней в неделю;

- коэффициент месячной вариации: 1,15 (обычно применяемый в Японии).

Таким образом, суточная перерабатывающая мощность печи для сжигания отходов в 2020 г. составит 1 тыс. т, что основывается на начальной стоимости затрат на строительство печи в 200 - 400 млн. долл. США, не включающей стоимости затрат на строительство сооружений по выработке РТ путем сжигания отходов.

Ниже приводится способ расчета потенциального количества энергии, получаемого из РТ:

$$\begin{aligned} (\text{воспроизведенная электроэнергия}) = & (\text{низшая теплотворная способность РТ}) \\ & \times (\text{годовой объем выработки регенерированного топлива}) \\ & \times (\text{КПД котлоагрегата}) \\ & \times (\text{КПД турбогенератора}) \\ & \times (\text{коэффициент электрического преобразования}) \end{aligned}$$

Допущения:

Низшая теплотворная способность РТ: 16,8 тыс. кДж/кг (=4 тыс. кКал/кг);

Годовой объем производства ГТО: 233,6 тыс. т (=1 168 634 м³);

Годовой объем производства РТ: 93,440 тыс. т (=40% объема ГТО);

Мощность котла: 80%;

Мощность турбины: 30%

Коэффициент электрического преобразования: 3 612 кДж/кВт
(=860 кКал/кВт);

По результатам расчета ясно видно, что завод по выработке РТ путем сжигания может производить до 12 МВтч электроэнергии.

Несмотря на то, что данный расчет основан на очень укрупненных показателях, схему по выработке РТ можно рассматривать в качестве альтернативного решения на перспективу развития г. Астана, но для небольшого района города.

(3) Компостирование

Компостирование, чаще называемое «аэробное компостирование» - термин, наиболее часто используемый для определения биологического процесса, применяемого к органической части состава ТБО для получения однородного материала типа перегноя (гумуса), известного как компост. Весь процесс компостирования, делится на три этапа: первый этап – обработка ТБО; второй этап – аэробное разложение органической части ТБО, и третий этап – приготовление компоста и размещение на рынке. При планировании системы компостирования следует принимать во внимание множество факторов, такие как размер фракции, углеродно-азотное соотношение (У/А соотношение), гомогенизация и протравливание, влагосодержание, температура, смесь и т.п.

Одним из преимуществ метода компостирования можно назвать прибыль, получаемую от продажи, однако, возможная лишь при наличии стабильного спроса и рынка сбыта на прилежащих к заводу территориях. С помощью применения метода компостирования можно снизить количество ТБО, поступающих на городской полигон отходов.

Недостатками процесса компостирования можно назвать высокие затраты на строительство сооружений в случае применения метода механизированного компостирования. В случае применения немеханизированного (ручного) компостирования потребуется более обширная территория и необходимые сооружения для контроля выбросов веществ с неприятным запахом в окружающую среду и поддержания ее санитарного состояния.

В целях снижения нагрузки при очистке отходов на этапе обработки, строго рекомендуется выделять органические вещества из общего состава ТБО. Для самих жителей производить такую сортировку достаточно сложно и не удобно, хотя это и практиковалось одно время, и жители города отделяли кухонные отходы от общих. Но ввиду появления крыс такая практика была прекращена из санитарных соображений.

Учитывая это обстоятельство, Акимат считает нецелесообразным применение системы компостирования в общей системе управления отходами в г. Астане.

К.4.6 Заключение по предложенному плану утилизации ТБО

Учитывая экономическое состояние г. Астаны и современное положение системы управления отходами, внедрение системы промежуточной обработки отходов на настоящем этапе для города Астаны не рекомендуется, ввиду

огромных денежных затрат на строительство завода по переработке. В связи с этим, система непосредственного сбора и вывоза (ПСВ) и захоронение отходов на полигоне с засыпкой грунтом представляется наиболее предпочтительным методом для управления отходами в г. Астане как минимум до 2010 года.

Предложения испанского плана управления отходами признаны в достаточной степени удовлетворить задачи в рамках краткосрочных мероприятий. Так, было предложено оборудовать новый полигон с засыпкой грунта (Полигон-2) недалеко от существующей свалки в зоне Эко-леса, территория которой после закрытия будет покрыта окончательным наружным изолирующим слоем грунта (рекультивационным слоем), и, после некоторой стабилизации грунта, использоваться в будущем для создания на ней зеленой зоны в соответствии с требованиями СНиП. Под строительство Полигона-2 в качестве альтернатив предлагаются два участка. Один находится в том же секторе, что и существующая свалка, а второй – на противоположной стороне от участка трассы Астана – Павлодар. Место размещения будущего полигона – предмет дальнейших инженерно-геологических изысканий. При выборе места необходимо учесть обеспечение 500м санитарно-защитной зоны, отделяющей полигон от дорог. Как уже было упомянуто ранее, территория Полигона-2 будет разрабатываться в две очереди: 1-я – в период до 2020 года, а 2-я – в период после 2021 года.

Вслед за внедрением системы прямого сбора и вывоза (ПСВ) в г. Астане рекомендуется изучение возможности внедрения системы промежуточной обработки отходов с целью повторной утилизации ценных материалов. В связи с этим, период с 2010 по 2020 гг. будет расцениваться в качестве испытательного срока для новых пилотных сооружений промежуточной переработки и очистки, что позволит оценить возможность дальнейшего внедрения сооружений с точки зрения умеренности расходов и возможности эксплуатации. Предлагаемый метод промежуточной переработки и очистки заключается в производстве регенерированного из отходов топлива (РТ) или сжигании отходов с регенерацией тепла при максимальной производительности экспериментального завода 50 т/сутки, что составляет примерно 7% от общего объема ТБО, ожидаемого в 2020 году. Данные сооружения/завод будут построены в Центральном Промышленном планировочном секторе, к северо-востоку от железнодорожной станции Акмола, стоимость строительства которых оценивается в 10,5 млн. долл. США.

Расширение мощностей промежуточной переработки до 2030 года будет рассматриваться на основе результатов вышеупомянутого испытания сооружений в рамках пилотного проекта.

С целью сбора и вывоза отходов с Южного участка города предлагается строительство перевалочно-сортировочной станции, мощностью 2 тыс. м³/сутки (400 т/сутки), стоимость которой оценивается в 2,6 млн. долл. США.

Сооружения для переработки и очистки отходов, производимых на территории Нового центра города, в данном плане не предусматриваются. На основе оценки перспективного объема выработки отходов на территории Нового центра, основная часть которых будет представлена бумажными отходами и старыми электрическими приборами (компьютерами и т.п.), предусматривается строительство Центра рециклинга на территории Бизнес сити с обеспечением временного хранения отдельных товарных материалов для последующей их переработки и повторного использования. Стоимость строительных затрат Центра рециклинга составляет около 0,1 млн. долл. США.

Настоящий Генеральный план не предлагает строительство сооружений для сортировки и восстановления ценных материалов повторного пользования, таких как бутылочное стекло, жестяные банки, пластмасса и прочее, в связи с тем, что такого рода деятельность является торгово-коммерческой и может осуществляться на рынке частными предприятиями. Акимат должен нести ответственность лишь за стимулирование и поощрение рециклинга.

К.5 План утилизации твердых промышленных отходов

Изначально, ответственность за утилизацию, переработку и складирование твердых промышленных отходов возлагается на их производителя, в соответствии с концепцией “экономической ответственности источника загрязнения” или “повышенная ответственность производителя”.

В связи с трудностями создания частного полигона производителями в г. Астане, и учитывая, что существующий городской полигон отходов может принимать неопасные промышленные отходы, такие как строительные, а также некоторые виды опасных отходов, разрешенных СНИП, с взиманием платы за складирование такого рода отходов, можно продолжить эту практику использования городского полигона для ТПО.

Одна из важных задач органов городского и Центрального управления состоит в учреждении правил управления промышленными отходами, таких как, к примеру, декларация промышленных отходов, что поможет отследить поток промышленных отходов, а также стандарты обработки опасных ТПО.

Возможность участия Акимата г.Астаны в строительстве станции химической обработки опасных отходов будет более подробно изучаться только в случае, если такое сооружение будет выступать в качестве стимула для размещения промышленных предприятий на территории г.Астаны, либо в случае, если ситуация с загрязнением опасными отходами от существующих индустрий приобретет глобальные масштабы, а средств (экономических и технологических) данных предприятий будет недостаточно для сооружения станции по обработке отходов.

Большие объемы угольной золы от ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 будут продолжать поступать на золоотвалы, также как и в прошлом и настоящем, несмотря на то, что попытки ее утилизации будут предприняты в будущем.

Из с канализационно-очистных сооружений будет обезвоживаться и повторно использоваться в качестве органического удобрения, либо складироваться на городском полигоне ТБО в качестве неопасных промышленных отходов.

К.6 План утилизации твердых медицинских отходов

Что касается твердых медицинских отходов (ТМО), в Астане не существует никаких определенных инструкций по их управлению, что может вызвать серьезные санитарно-гигиенические проблемы и негативно отразиться на состоянии окружающей среды. В связи с тем, что количество медицинских отходов в сравнении с общим объемом ТБО достаточно невелико, неопасные твердые медицинские отходы могут смешиваться с ТБО и складироваться на городском полигоне. Однако управление опасными отходами должно осуществляться с особой осторожностью, во избежание распространения заразных бактерий и вспышек инфекционных заболеваний. Существует несколько методов утилизации опасных медицинских отходов (ОМО), одним из которых является сжигание, наиболее распространенный во всем мире метод.

Предлагается две альтернативы применения данного метода. Согласно одной из них, каждое из учреждений здравоохранения располагает на своей территории локальные сооружения по утилизации ОМО, вырабатываемых данным

учреждением. Вторая альтернатива предусматривает наличие единой системы по утилизации ОМО для всех учреждений здравоохранения и может быть рассмотрена в случае, если локальные сооружения представляются слишком дорогостоящими.

В случае применения единой системы утилизации, мощность печи для сжигания отходов, с учетом объема отходов, вырабатываемых до 2010, можно рассчитать следующим образом:

(мощность печи для сжигания отходов)

$$= (\text{ежедневная норма образования ОМО}) \\ \times (\text{КПД режима эксплуатации})$$

- ежедневная норма образования ОМО составляет 2,4 т. в 2010 году;
- КПД режима эксплуатации: 0,77, т.е. завод работает 282 дня в году, в то время как 30 дней необходимы для проведения технического обслуживания и инспектирования при 8-часовом рабочем дне и 6-дневной рабочей неделе.

Таким образом, перерабатывающая мощность печи для сжигания отходов составит 3 тонны за каждые 8 часов, что в почасовом выражении эквивалентно 375 кг. С увеличением объема отходов длительность периода эксплуатации увеличится.

Стоимость строительства централизованной печи для сжигания опасных отходов оценивается в 1,6 млн. долл. США.

В связи с тем, что период эксплуатации небольшой печи для сжигания отходов составляет около 15 лет, ее замена должна быть произведена в период с 2010 по 2020 гг., учитывая, что новая мощность должна соответствовать возросшему объему опасных отходов в 2030 г. Таким образом, необходимая мощность новой печи и ее стоимость оцениваются в 5 т/день и 2,6 млн. долл. США, соответственно.

К.7 Схема движения отходов в г. Астане в будущих условиях

В заключение, план движения твердых бытовых, промышленных и медицинских отходов представлен на Рисунке К.7.1.

К.8 График выполнения работ

График выполнения работ по предлагаемому плану удаления отходов представлен на следующей странице.

| Предложенный план развития | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | Примечание |
|---|------|------|------|------|---|
| 1 Улучшение существующего полигона ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Эксплуатация | | | | | Предложение испанской компании |
| 2 Полигон - 1 ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Эксплуатация | | | | | Предложение испанской компании Рядом с существующим Общая площадь: 15 га Глубина: 30 м |
| 3 Полигон - 2 ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Строительство/расширение Эксплуатация | | | | | Общая площадь: 64.3 га Высота: 15 м |
| 4 Закупка транспортной техники по сбору отходов | | | | | |
| 5 Завод по сжиганию опасн. мед. отходов ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Строительство/замена Эксплуатация | | | | | Печь-1: 3т/сутки Печь-2: 5т/сутки |
| 6 Пилотный завод промежуточной обработки отходов Детальное исследование и Генплан ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Эксплуатация | | | | | Завод по сжиганию отходов/выработке РТ Мощность: 50 т/сутки |
| 7 Перевалочно-сортировочная станция Детальное исследование и Генплан ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Эксплуатация | | | | | Для сбора отходов с Южного участка |
| 8 Центр по рециклингу отходов Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы Эксплуатация | | | | | Хранилище для переработанных отходов для территорий Нового центра города |
| 9 Крупный завод промежуточной переработки/сортировки Детальное исследование и Генплан ТЭО Рабочее проектирование Закупка обор-я и строит. работы | | | | | В случае обоснованности проекта |

График работ по проектам утилизации ТБО

Таблиц

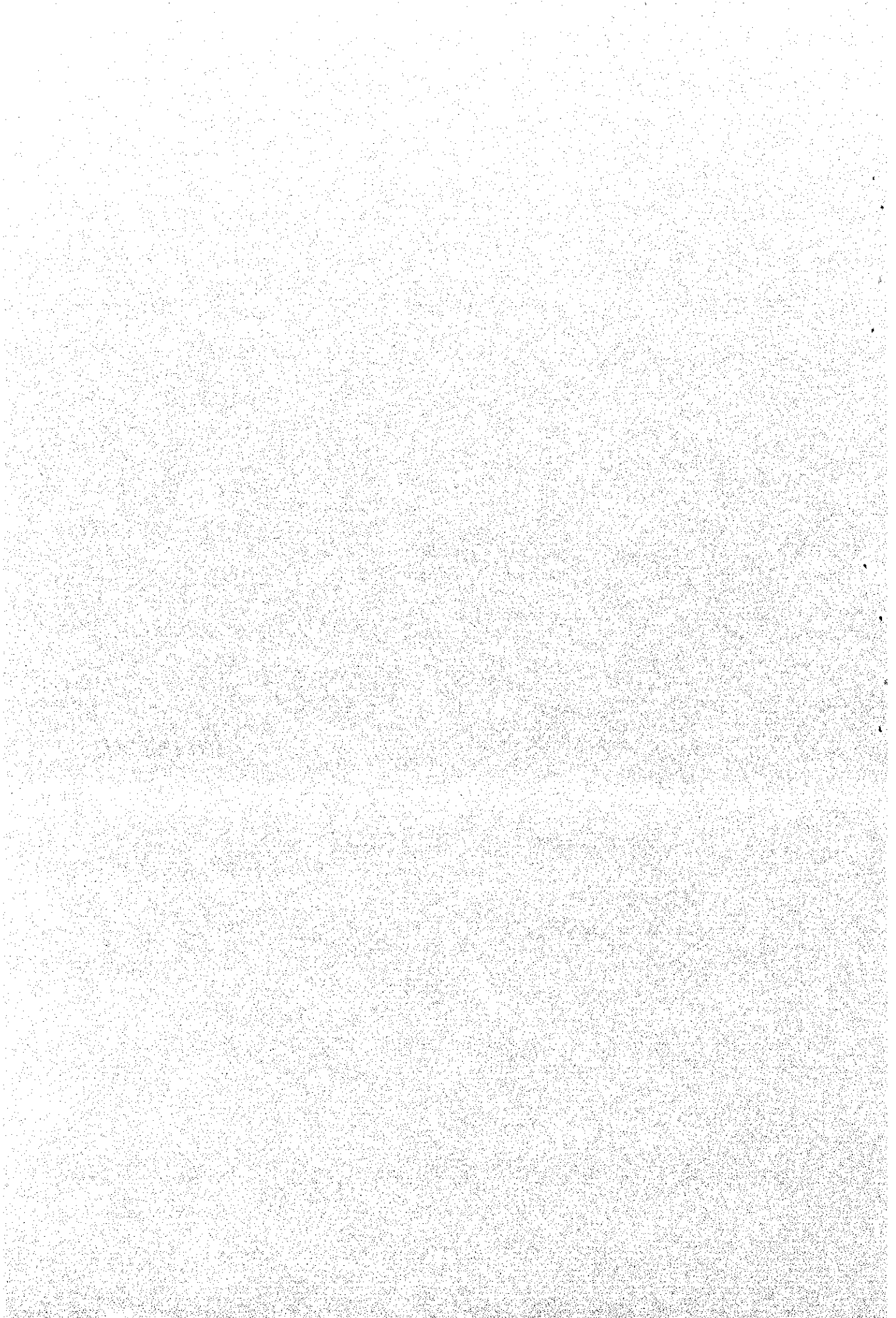


Таблица К.1.1 Данные по количеству промышленных отходов, образуемых отдельными предприятиями (т/год)

| № | Наименование предприятия | 1998 | | | | | 1999 | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------|-------------|--------|-------|-------|-------------------------------|-------------|-------------|--------|-------|-------------|-------------|
| | | Классификация опасных отходов | | | | | Классификация опасных отходов | | | | | | |
| | | V | IV | III | II | I | итого | V | IV | III | II | I | итого |
| | | | 78 097,925 | | | | 78 097,925 | 52 469,098 | | | | 52 469,098 | |
| 1 | ТЭЦ-1 | | 396 548,746 | | | | 396 548,746 | 247 919,442 | | | | 247 919,442 | |
| 2 | ТЭЦ-2 | | | | | | 0,000 | 156,640 | 231 281,187 | | | 231 437,827 | |
| 3 | ОАО "Астанаэнергосервис" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 4 | АБЗ ОАО "Жамбылдорстрой" | | | | | | 119,000 | 654,000 | | | | 654,000 | |
| 5 | АО "Астана-Технопарк" (Акмоласельмаш) | 80,600 | 38,400 | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 6 | ТОО "Нысана" (тепловые сети) | | | | | | 671,800 | 663,100 | 20,000 | | | 683,100 | |
| 7 | ТОО "Сагжан" | 671,800 | | | | | 0,000 | 625,000 | | | | 625,000 | |
| 8 | ГП "Турмыс" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 9 | КДСМ ОАО "Целингорстрой" | | | | | | 433,340 | 137,000 | | | | 137,000 | |
| 10 | ТОО Концерн "Акмол-Астык" (комбинат хлебопродуктов) | 433,340 | | | | | 36,280 | 30,725 | 0,928 | 13,140 | | 44,793 | |
| 11 | Локомотивное депо (ТЧ-11) | 20,000 | 1,280 | 15,000 | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 12 | ТОО "Жанар" | | | | | | 1 954,960 | 421,300 | 1 200,410 | 3,250 | | 1 624,960 | |
| 13 | ЛВЧД-9 (Пассажирское депо) | 421,300 | 1 530,410 | 3,250 | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 14 | АО "Акмол-Жолдары" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 15 | ОАО "Целингорстрой" | | | | | | 90,000 | 2,000 | 90,000 | | | 92,000 | |
| 16 | ОАО "Акмолвстрой" | | 90,000 | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 17 | ПК "Агродор" | | | | | | 0,000 | 31,050 | | | | 31,050 | |
| 18 | Акмол.вагонное депо (ВЧД-8) | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 19 | ТОО "Жана-Жол" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 20 | Акм.ф-л РГКП "Казахавтодор" | | | | | | 0,000 | 621,825 | | | | 621,825 | |
| 21 | ОАО СП Казах-Турец. Предприятие "Отель-Астана" | | | | | | 0,000 | 13,000 | | | | 13,000 | |
| 22 | ТОО "Сагалар" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 23 | КСК "Заречный" | | | | | | 0,000 | 9,140 | 0,100 | 1,650 | 0,025 | 10,915 | |
| 24 | Акмол.вагоноремонт.завод | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 25 | ПТ "Артем" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 26 | АО "Акмол Мунай Онимдери" | | | | | | 46,530 | 47,000 | | | | 47,000 | |
| 27 | Дистанция электроснабжения ЭЧ-9 | 46,530 | | | | | 23,615 | 56,870 | 87,536 | 1,000 | 0,007 | 145,413 | |
| 28 | ТОО Концерн "Найза" | 23,615 | | | | | 5,000 | 5,000 | 5,000 | | | 10,000 | |
| 29 | ЗАО ПРП "Целинэнергоремонт" | 5,000 | 5,000 | | | 8,000 | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 30 | ТОО "Ротор" | | | | | | 202,500 | 4,090 | | | | 4,090 | |
| 31 | Дистанция водотеплоснабжения СТУ (ВОДЧ-6) | 202,500 | | | | | 2,550 | 376,025 | 0,632 | | 0,600 | 377,257 | |
| 32 | РГП "Международный аэропорт" | 0,900 | 0,750 | | 0,900 | | 0,000 | 1 644,478 | | | | 1 644,478 | |
| 33 | ТОО "Железобетон" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 34 | Акм.ф-л АО "Казвторчермет" | | | | | | 40,500 | 108,850 | | | 0,007 | 108,857 | |
| 35 | АО "Акмолван" | 40,500 | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 36 | РГП ХОЗУ Министерства Финансов РК | | | | | | 0,000 | 10,000 | | 0,010 | | 10,010 | |
| 37 | ТОО фирмы "Центракс" | | | | | | 6,660 | 10,830 | 18,190 | | | 29,020 | |
| 38 | АО "Мясомолрыбпроиторг" | 6,660 | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 39 | Дистанция пути ПЧ-22 | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 40 | Акмолинское АТП-1 | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 41 | Путевые дорожные мастерские | | | | | | 57,900 | | | | | 0,000 | |
| 42 | ТОО "Завод торгового оборудования" | 29,400 | 28,500 | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 43 | ТОО "Асем-А" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 44 | Мостопезд-65 | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 45 | Котельная жилого комплекса УДП РК | | | | | | 131,280 | 98,460 | | | | 98,460 | |
| 46 | ОАО "Астана-Моторс-Лада" | 131,280 | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 47 | АО "Казлгватормелъмонтаж" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 48 | Баня №8 "Информсервис" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 49 | РГП "Дирекция по обслуживанию адм.зданий" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 50 | ТОО "Акбулут" | | | | | | 0,000 | | | | | 0,000 | |
| 51 | АО "Ахсель" | | | | | | 15,000 | 18,400 | | | | 18,400 | |
| 52 | ТОО "Акмол-Дирмен" | 15,000 | | | | | 107,000 | 24,000 | 6,000 | | | 30,000 | |
| 53 | ПК "Целингидромаш" | 83,000 | 24,000 | | | | | | | | | | |
| Всего по каждому классу | | 2 211,425 | 476 365,011 | 18,250 | 0,900 | 8,000 | 478 603,586 | 5 768,783 | 533 098,523 | 19,050 | 0,600 | 0,039 | 538 886,994 |
| Всего, без учета золы с ТЭЦ | | 2 211,425 | 1 718,340 | 18,250 | 0,900 | 8,000 | 3 956,915 | 5 612,143 | 1 428,795 | 19,050 | 0,600 | 0,039 | 7 060,627 |

Таблица К.1.2 Список лечебно-профилактических учреждений города Астаны

| № | Наименование | Адрес | Главный врач | Чис-ть врачей | Сред.медперсонал | Млад.мед персонал | Кол-во коек |
|----|--|-----------------------|------------------|---------------|------------------|-------------------|-------------|
| 1 | Больница скорой помощи | пр. Богембая, 15 | Плотников В.А. | | | | |
| 2 | Городская поликлиника №1 | ул. Сейфуллина, 42 | Аносова К.Н. | 53 | 60 | 20 | |
| 3 | Городская поликлиника №2 | ул. Пушкина, 164 | Сторожук В.Б. | 56 | 97 | 26 | |
| 4 | Городская поликлиника №3 | ул. Пушкина, 132,134 | | 45 | 51 | 5 | |
| 5 | Консультативно-диагностическая поликлиника №6 | пр. Абылай-хана, 22/1 | Бейбитова Г.Г. | 42 | 61 | 13 | |
| 6 | Городская больница №1 | ул. Бейбитшилик, 47а | Овчинников С.А. | 70 | 139 | 83 | 225 |
| 7 | Общественное госпредприятие "Городская больница №2 | пр. Абылай-хана, 13 | Айгужин Б.С. | 96 | 198 | 158 | 310 |
| 8 | Городская больница №3 | ул. Букейхана, 40 | Наурызбаева Б.Н. | 27 | 51 | 30 | 60 |
| 9 | Городская станция скорой помощи | ул. Дружбы, 18 | Сулейменова Б.А. | 72 | 87 | 57 | |
| 10 | Городская инфекционная больница | ул. Культурная, 51 | Шайдаров М.З. | 29 | 83 | 70 | 180 |
| 11 | Городская детская инфекционная больница | ул. Строительная, 2/1 | Гущина А.С. | 32 | 82 | 54 | 120 |
| 12 | Городская детская больница №2 | ул. Манаса, 10 | Демочкин С.М. | 73 | 163 | 106 | 215 |
| 13 | Городской психиатрический диспансер | ул. Уличная, 7 | Чаловский В.П. | 57 | 139 | 187 | 500 |
| 14 | Городской противотуберкулезный диспансер | ул. Строителей, 9 | Жусупова Р.Ж. | 51 | 141 | 88 | 300 |
| 15 | Центр Дерматологии и профилактики БПП | ул. Пушкина, 164/1 | Данбаева Ж.С. | 33 | 57 | 29 | 100 |
| 16 | Наркологический диспансер | ул. Чехова, 14а | Комарова О.Н. | 20 | 36 | 38 | 155 |
| 17 | Онкологический диспансер | Вишневское шоссе, 11 | Конурбаев Т.Р. | 28 | 46 | 22 | 100 |
| 18 | Перинатальный центр | ул. Манаса, 8 | Кушнарченко О.С. | 49 | 98 | 65 | 125 |
| 19 | Родильный дом №1 | ул. 9 мая, 70 | Ионов С.Н. | 44 | 109 | 80 | 110 |
| 20 | Центр "Крови" | ул. Московская, 82 | Чемурзиева М.А. | 16 | 36 | 26 | |
| 21 | Центр "СПИД" | ул. Набережная, 37 | Лебедев А.С. | 12 | 18 | 4 | |
| 22 | СВА "Орбита" | Микрорайон 1 | Картаева В.Х. | 8 | 10 | 2 | |
| 23 | СВА "Лесозаводская" | Лесозавод | Ташимова К.К. | 10 | 12 | 1 | |
| 24 | СВА "Шипагер" | Поселок Комсомольский | Омаров Г.Н. | 5 | 7 | 2 | |
| 25 | СВА "Промышленный" | ул. 30 лет Целины, 2 | Шарипова Г.З. | 6 | 6 | 0 | |
| 26 | Дорожная больница | | | | | | |
| 27 | Городская детская больница, в составе больницы: | ул. Желтоксан, 42 | Петухова Н.М. | 125 | 319 | 115 | |
| | Детская поликлиника №1 | ул. Биржан Сала, 10 | Сарбасова К.М. | | | | |
| | Специализированная детская поликлиника №5 | ул. Пушкина, 110 | Мун Т.А. | 155 | 274 | 82 | |
| | Детская поликлиника №2 | ул. Ауэзова, 90 | | | | | |
| | Детская поликлиника №4 | ул. 9 мая, 69 | | | | | |
| | Детская поликлиника №6 | пр. Абылай-хана, 1 | | | | | |

**Таблица К.2.1 Сравнительный анализ вариантов изменения нормы накопления
отходов на душу населения**

| | Вариант 1 | | | Вариант 2 | | | Вариант 3 | | |
|------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|-----------------|------------------|
| | 1% прирост | | | 2% прирост | | | 3% прирост | | |
| | м ³ /чел./ год | л/чел./ день | кг/чел./ день | м ³ /чел./ год | л/чел./ день | кг/чел./ день | м ³ /чел./ год | л/чел./ день | кг/чел./ день |
| 2000 | 1,40 | 3,84 | 0,77 | 1,40 | 3,84 | 0,77 | 1,40 | 3,84 | 0,77 |
| 2001 | 1,41 | 3,86 | 0,77 | 1,43 | 3,92 | 0,78 | 1,44 | 3,95 | 0,79 |
| 2002 | 1,42 | 3,89 | 0,78 | 1,46 | 4,00 | 0,80 | 1,48 | 4,05 | 0,81 |
| 2003 | 1,43 | 3,92 | 0,78 | 1,49 | 4,08 | 0,82 | 1,52 | 4,16 | 0,83 |
| 2004 | 1,44 | 3,95 | 0,79 | 1,52 | 4,16 | 0,83 | 1,57 | 4,30 | 0,86 |
| 2005 | 1,45 | 3,97 | 0,79 | 1,55 | 4,25 | 0,85 | 1,62 | 4,44 | 0,89 |
| 2006 | 1,46 | 4,00 | 0,80 | 1,58 | 4,33 | 0,87 | 1,67 | 4,58 | 0,92 |
| 2007 | 1,47 | 4,03 | 0,81 | 1,61 | 4,41 | 0,88 | 1,72 | 4,71 | 0,94 |
| 2008 | 1,48 | 4,05 | 0,81 | 1,64 | 4,49 | 0,90 | 1,77 | 4,85 | 0,97 |
| 2009 | 1,49 | 4,08 | 0,82 | 1,67 | 4,58 | 0,92 | 1,82 | 4,99 | 1,00 |
| 2010 | 1,50 | 4,11 | 0,82 | 1,70 | 4,66 | 0,93 | 1,87 | 5,12 | 1,02 |
| 2011 | 1,52 | 4,16 | 0,83 | 1,73 | 4,74 | 0,95 | 1,93 | 5,29 | 1,06 |
| 2012 | 1,54 | 4,22 | 0,84 | 1,76 | 4,82 | 0,96 | 1,99 | 5,45 | 1,09 |
| 2013 | 1,56 | 4,27 | 0,85 | 1,80 | 4,93 | 0,99 | 2,05 | 5,62 | 1,12 |
| 2014 | 1,58 | 4,33 | 0,87 | 1,84 | 5,04 | 1,01 | 2,11 | 5,78 | 1,16 |
| 2015 | 1,60 | 4,38 | 0,88 | 1,88 | 5,15 | 1,03 | 2,17 | 5,95 | 1,19 |
| 2016 | 1,62 | 4,44 | 0,89 | 1,92 | 5,26 | 1,05 | 2,24 | 6,14 | 1,23 |
| 2017 | 1,64 | 4,49 | 0,90 | 1,96 | 5,37 | 1,07 | 2,31 | 6,33 | 1,27 |
| 2018 | 1,66 | 4,55 | 0,91 | 2,00 | 5,48 | 1,10 | 2,38 | 6,52 | 1,30 |
| 2019 | 1,68 | 4,60 | 0,92 | 2,04 | 5,59 | 1,12 | 2,45 | 6,71 | 1,34 |
| 2020 | 1,70 | 4,66 | 0,93 | 2,08 | 5,70 | 1,14 | 2,52 | 6,90 | 1,38 |
| 2021 | 1,72 | 4,71 | 0,94 | 2,12 | 5,81 | 1,16 | 2,60 | 7,12 | 1,42 |
| 2022 | 1,74 | 4,77 | 0,95 | 2,16 | 5,92 | 1,18 | 2,68 | 7,34 | 1,47 |
| 2023 | 1,76 | 4,82 | 0,96 | 2,20 | 6,03 | 1,21 | 2,76 | 7,56 | 1,51 |
| 2024 | 1,78 | 4,88 | 0,98 | 2,24 | 6,14 | 1,23 | 2,84 | 7,78 | 1,56 |
| 2025 | 1,80 | 4,93 | 0,99 | 2,28 | 6,25 | 1,25 | 2,93 | 8,03 | 1,61 |
| 2026 | 1,82 | 4,99 | 1,00 | 2,33 | 6,38 | 1,28 | 3,02 | 8,27 | 1,65 |
| 2027 | 1,84 | 5,04 | 1,01 | 2,38 | 6,52 | 1,30 | 3,11 | 8,52 | 1,70 |
| 2028 | 1,86 | 5,10 | 1,02 | 2,43 | 6,66 | 1,33 | 3,20 | 8,77 | 1,75 |
| 2029 | 1,88 | 5,15 | 1,03 | 2,48 | 6,79 | 1,36 | 3,30 | 9,04 | 1,81 |
| 2030 | 1,90 | 5,21 | 1,04 | 2,53 | 6,93 | 1,39 | 3,40 | 9,32 | 1,86 |

* Объемная плотность ТБО от источника образования принята за постоянную величину в 0,2 кг/м³

Рисунков

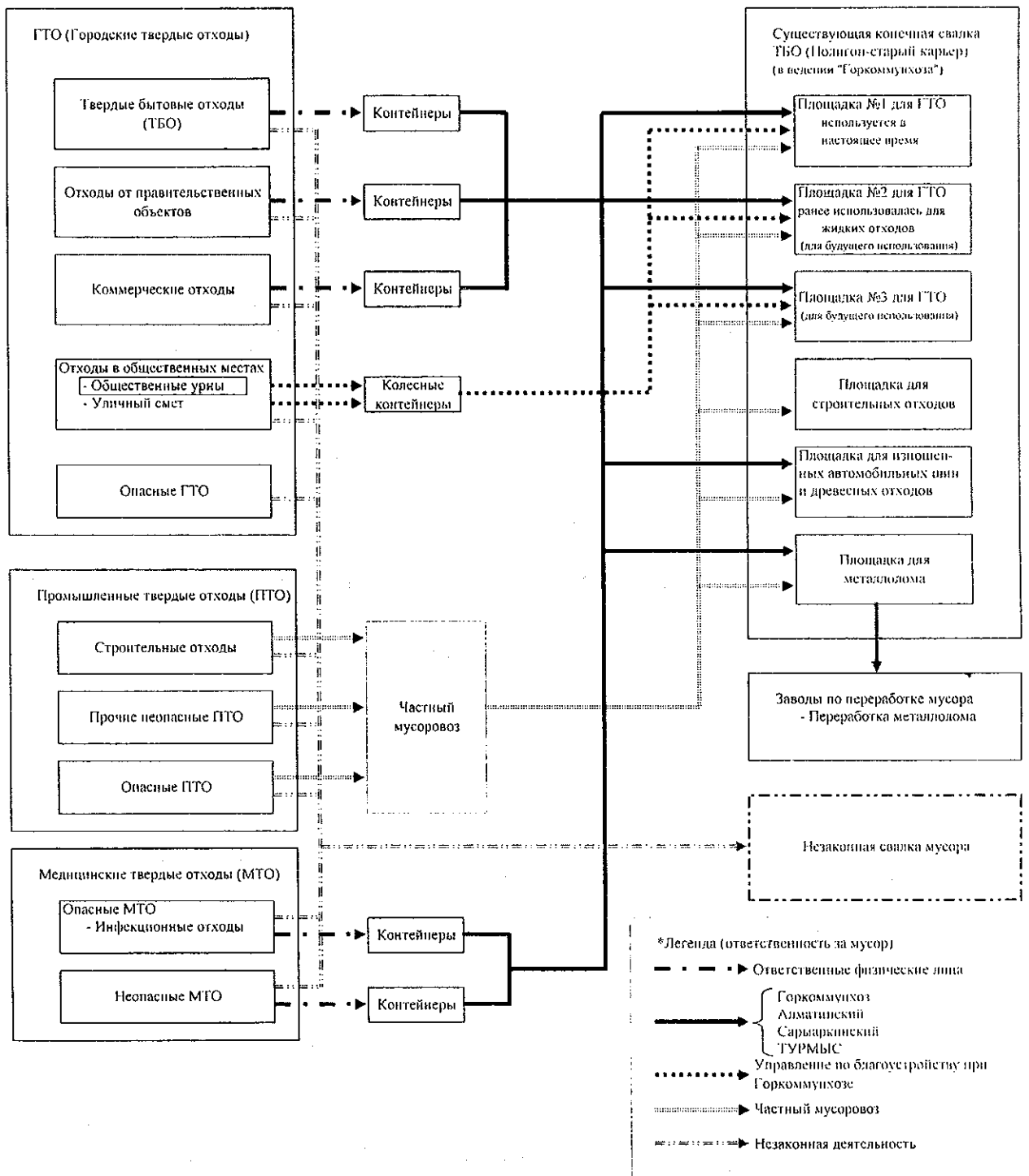
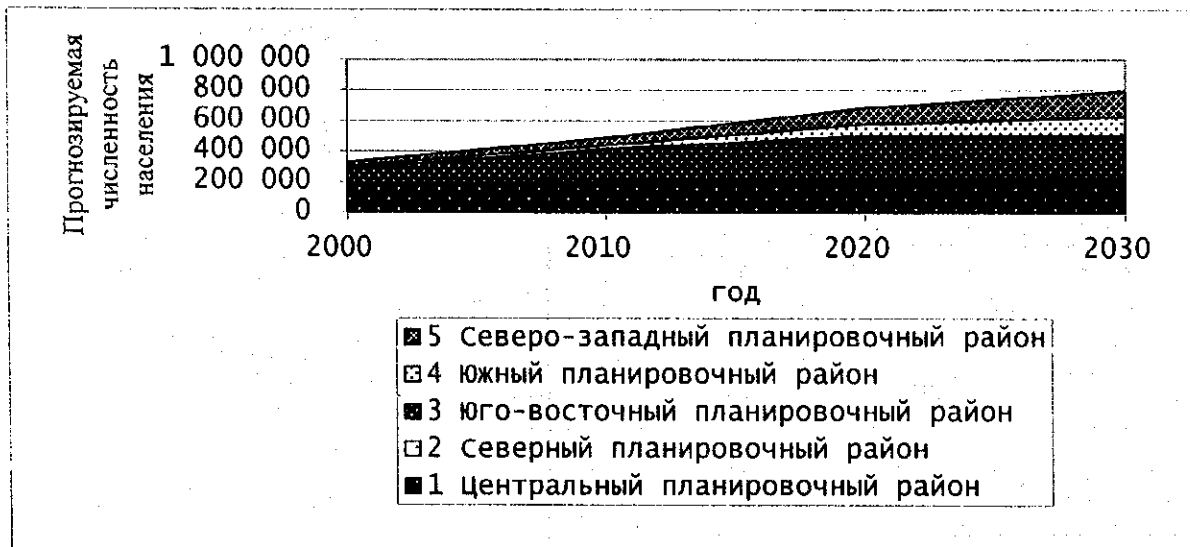


Рисунок К.1.1 Схема текущих поступлений отходов города Астаны

Прогноз численности населения по планировочным районам

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 Центральный планировочный район | 175 500 | 190 800 | 212 400 | 218 400 |
| 2 Северный планировочный район | 16 310 | 9 034 | 9 034 | 9 034 |
| 3 Юго-восточный планировочный район | 92 236 | 217 753 | 282 403 | 282 403 |
| 4 Южный планировочный район | 16 012 | 21 504 | 74 001 | 116 317 |
| 5 Северо-западный планировочный район | 30 690 | 50 945 | 109 594 | 169 870 |
| Всего | 330 748 | 490 036 | 687 432 | 796 024 |



Кривая роста населения

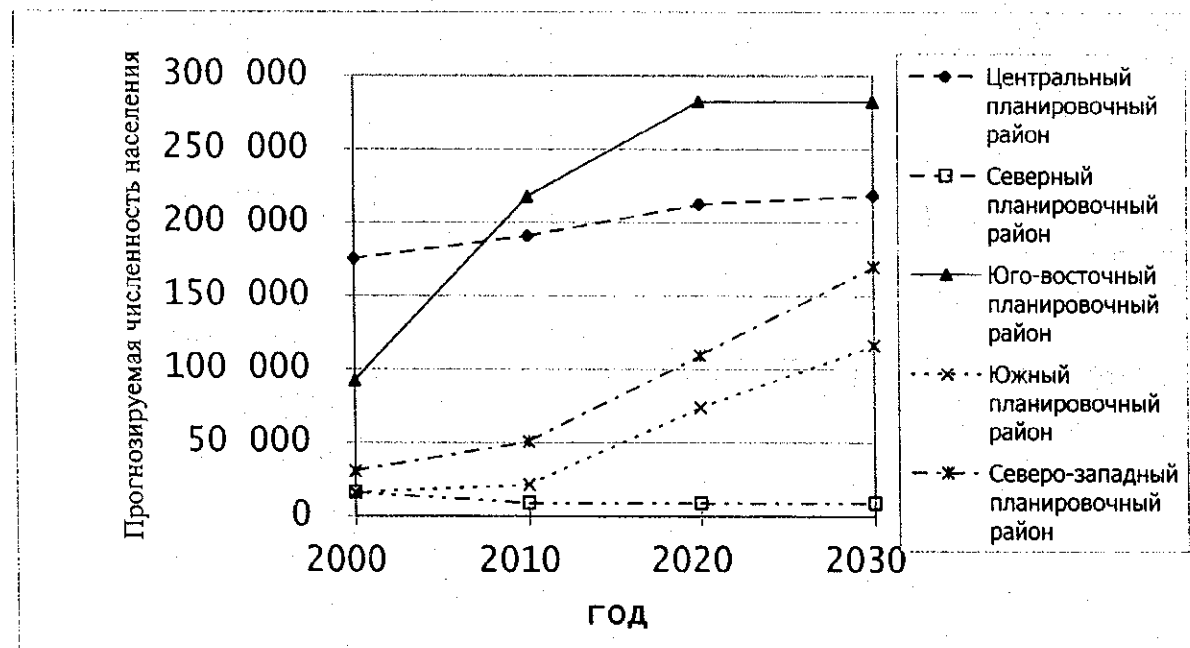


Рисунок К.2.1 Прогноз численности населения

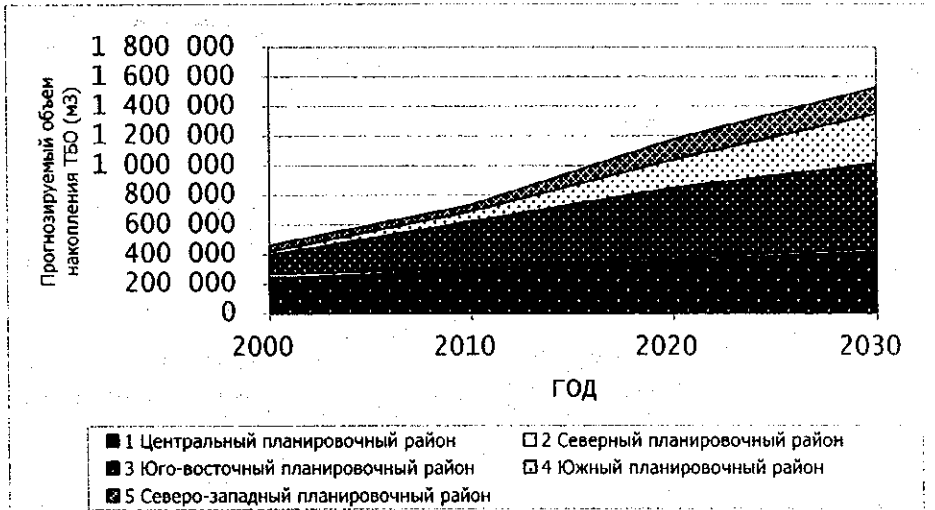
Прогноз нормы накопления ТБО на душу населения (при условии годового роста в 1%)

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---|------|------|------|------|
| Норма накопления ТБО (по объему; м ³) | 1,40 | 1,50 | 1,70 | 1,90 |
| Норма накопления ТБО (по весу; т) | 0,28 | 0,30 | 0,34 | 0,38 |

* Объемная плотность ТБО от источника образования принята за постоянную величину в 0,2т/м³

Прогноз объемов накопления отходов на источнике их производства (м³/год)

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---------------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1 Центральный планировочный район | 245 700 | 287 700 | 362 780 | 416 860 |
| 2 Северный планировочный район | 22 834 | 13 551 | 15 358 | 17 165 |
| 3 Юго-восточный планировочный район | 129 370 | 323 135 | 471 925 | 580 857 |
| 4 Южный планировочный район | 22 417 | 66 972 | 185 564 | 330 543 |
| 5 Северо-западный планировочный район | 42 966 | 46 035 | 139 431 | 180 914 |
| Итого | 463 287 | 737 393 | 1 175 058 | 1 526 339 |



Кривая роста объема накопления ТБО

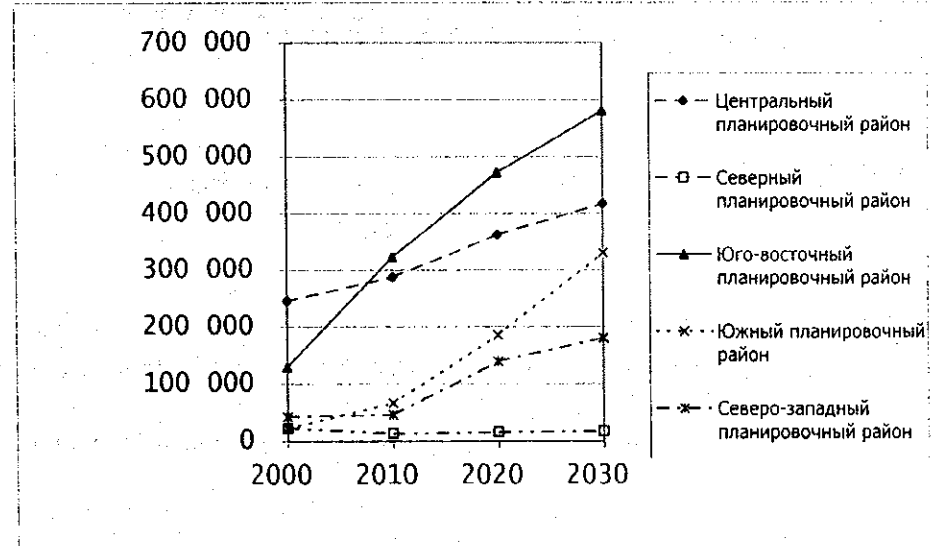


Рисунок К.2.2 Кривая роста объема накопления ТБО по планировочным районам

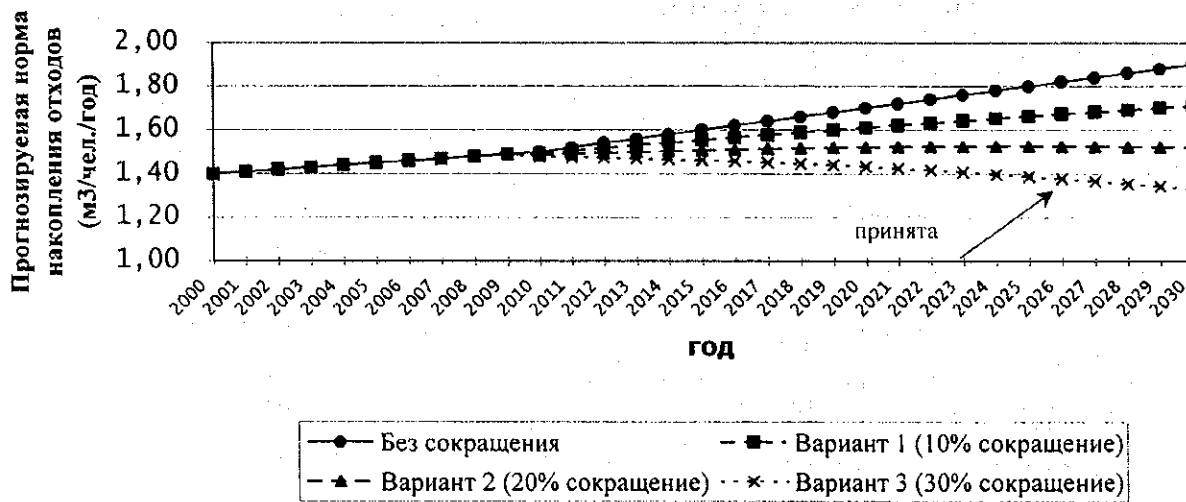
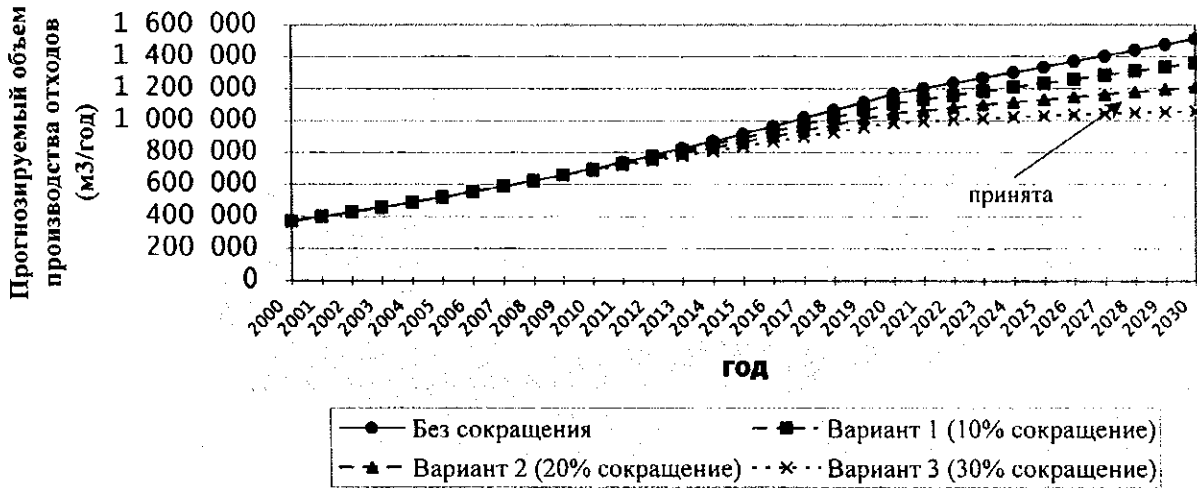


Рисунок К.4.1 Сравнительный анализ рубежных коэффициентов сокращения отходов

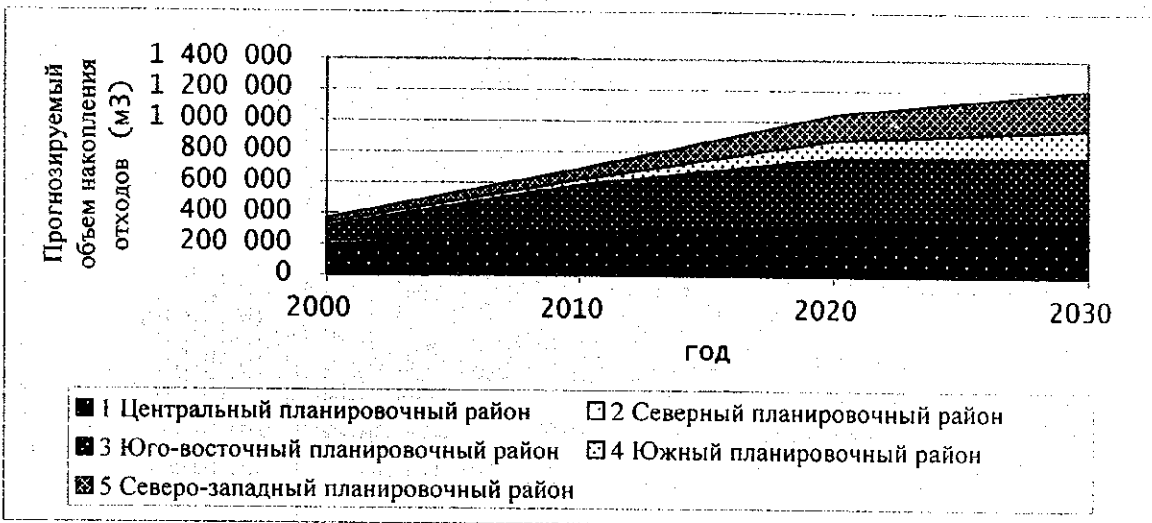
Прогноз нормы накопления отходов на душу населения (на основе 1% прироста в год)

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|--|------|------|-------|-------|
| Норма накопления (по объему), м ³ /день | 1,40 | 1,50 | 1,70 | 1,90 |
| Норма накопления (по весу), г/день | 767 | 822 | 932 | 1 041 |
| Норма сбора | 80% | 95% | 100% | 100% |
| Коэффициент сокращения отходов | 0,0% | 1,0% | 10,5% | 20,0% |
| Рубежная норма накопления, м ³ /год | 1,40 | 1,49 | 1,52 | 1,52 |
| Рубежная норма накопления, т/год | 767 | 814 | 834 | 833 |

*Объемная плотность ТБО у источника-производителя установлена в 0,2 кг/л³

Прогноз объемов сбора ТБО у источника-производителя

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 Центральный планировочный район | 196 560 | 269 301 | 323 253 | 331 968 |
| 2 Северный планировочный район | 18 267 | 12 751 | 13 749 | 13 732 |
| 3 Юго-восточный планировочный район | 103 304 | 307 343 | 429 790 | 429 253 |
| 4 Южный планировочный район | 17 933 | 30 351 | 112 622 | 176 802 |
| 5 Северо-западный планировочный район | 34 373 | 71 905 | 166 792 | 258 202 |
| Всего | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 1 209 957 |



Кривая роста объема сбора отходов

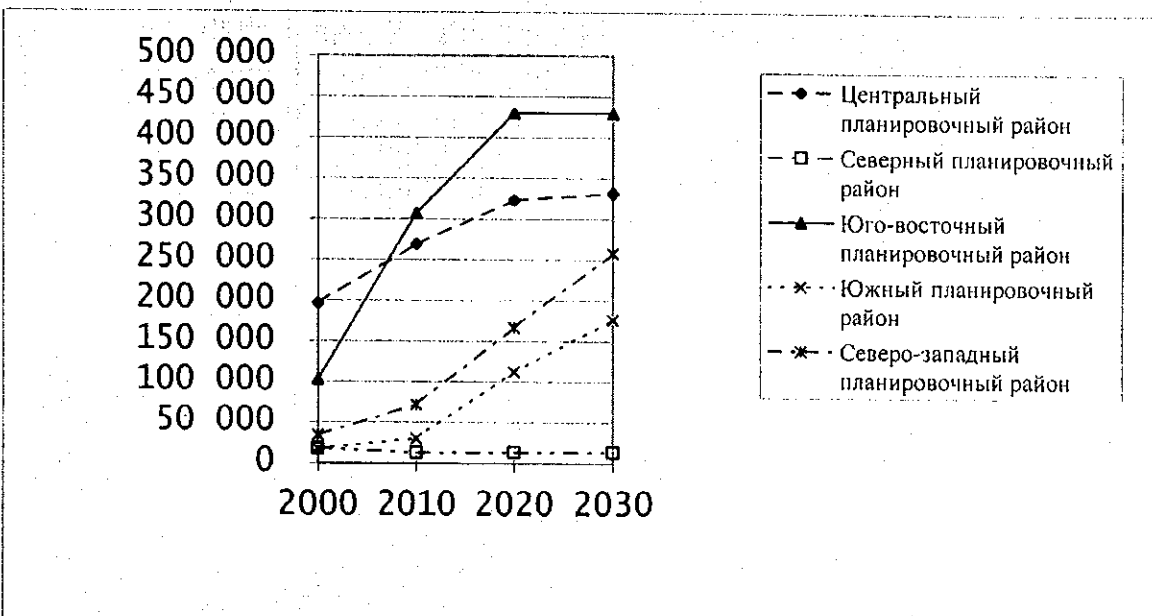


Рисунок К.4.2 Кривая роста объемов сбора отходов в разрезе по планировочным районам

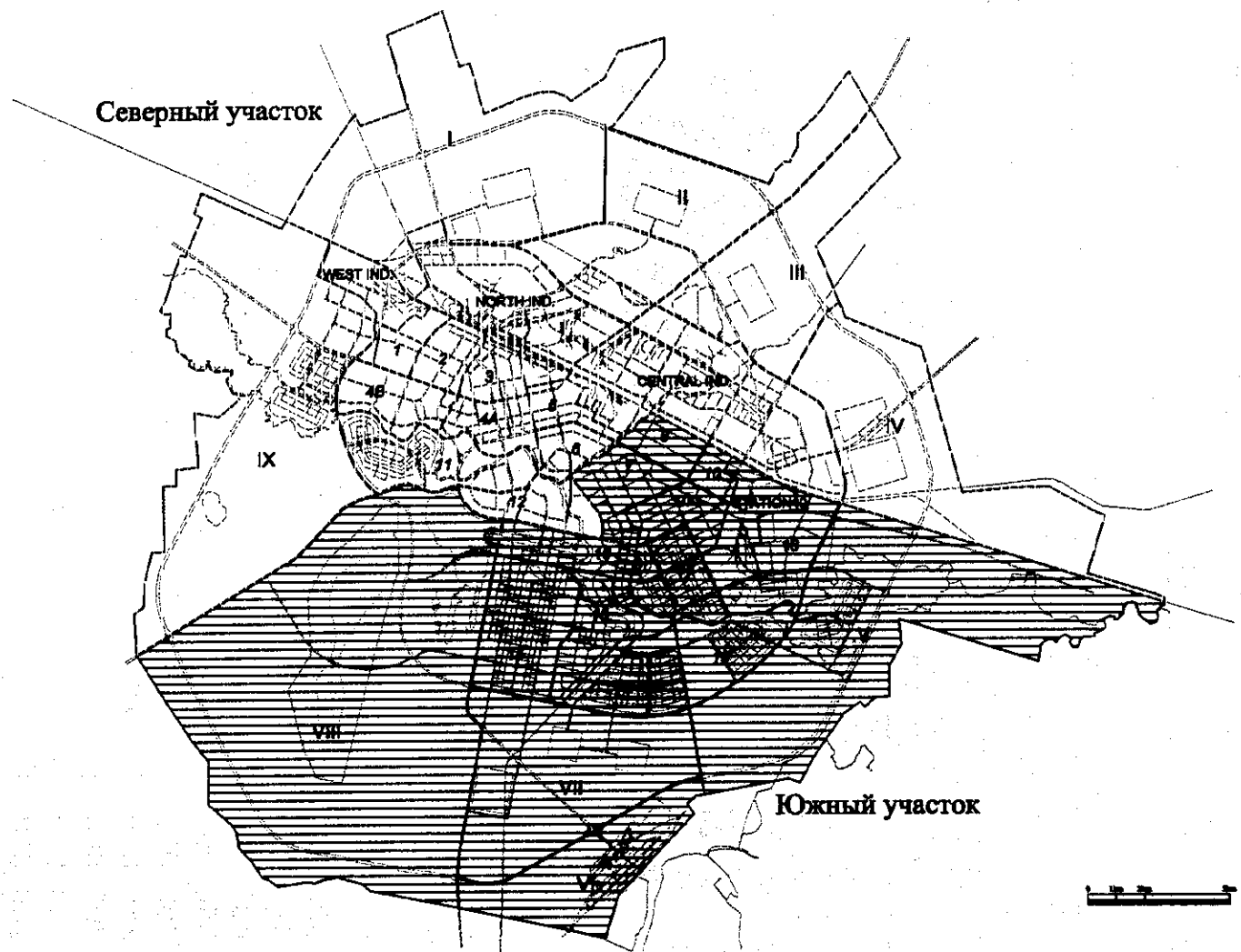


Рисунок К.4.3 Территория обслуживания по сбору ТБО

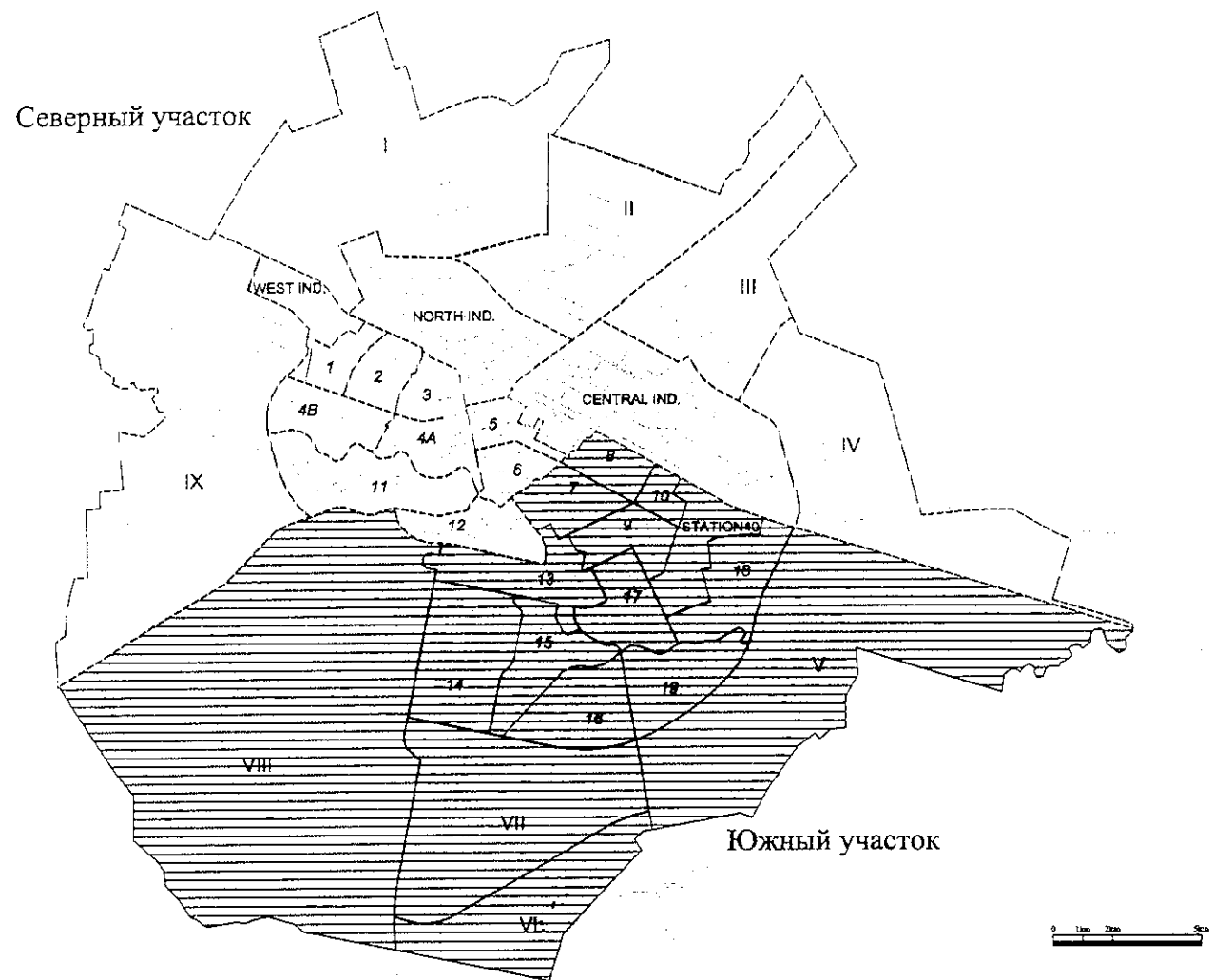
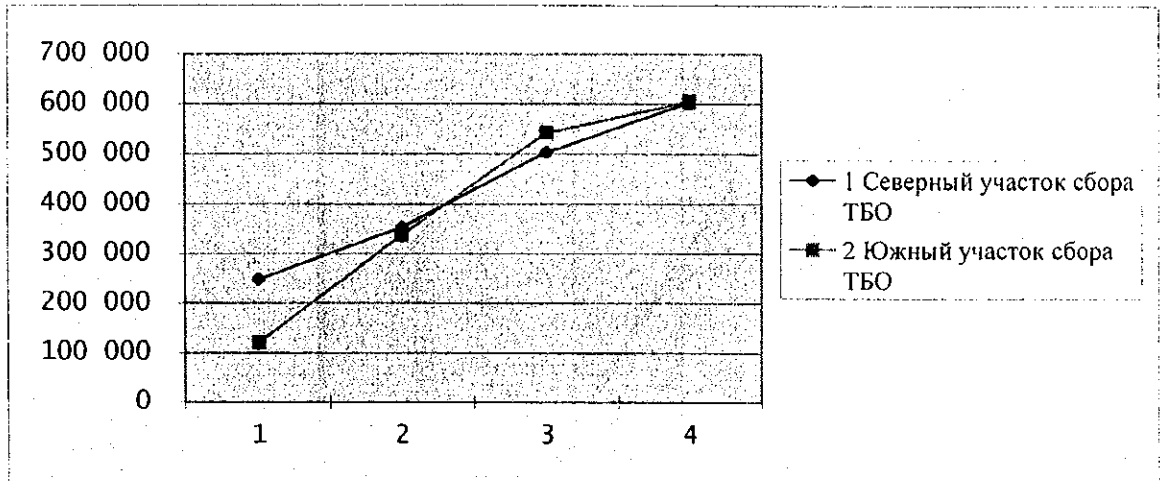


Рисунок К.4.3 Территория обслуживания по сбору ТБО

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 Северный участок сбора ТБО | 249 200 | 353 957 | 503 794 | 603 902 |
| 2 Южный участок сбора ТБО | 121 237 | 337 694 | 542 412 | 606 055 |
| Всего | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 1 209 957 |



| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 Объем сбора отходов при ПСВ | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 603 902 |
| 2 Объем сбора на ПСС | 0 | 0 | 0 | 606 055 |
| Всего | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 1 209 957 |

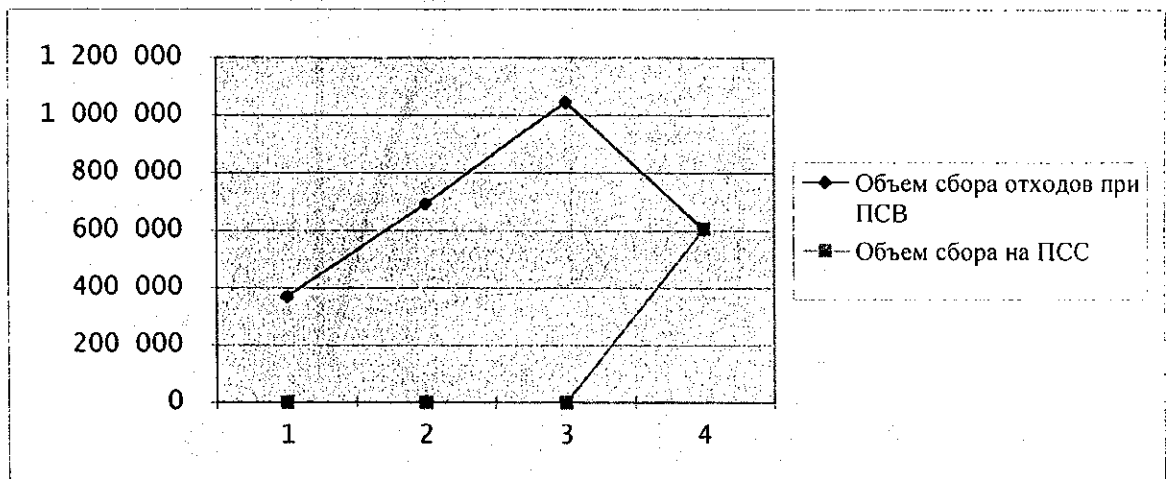
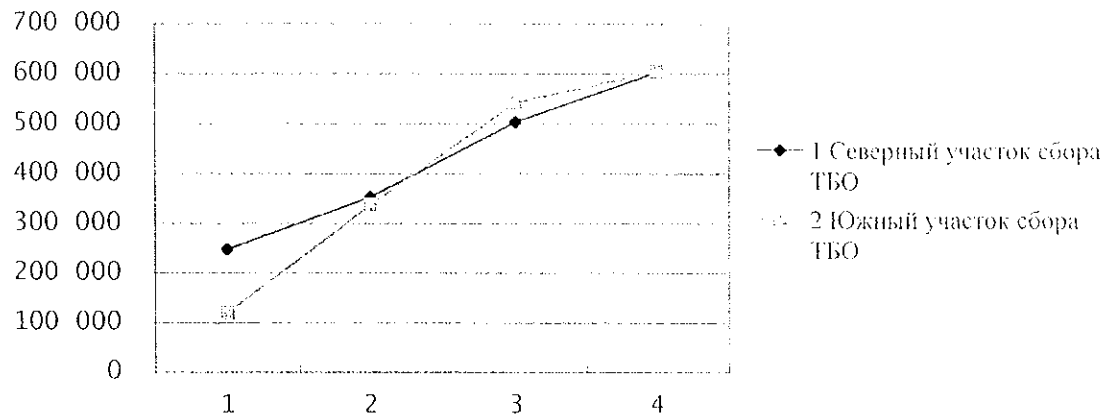


Рисунок К.4.4 Объемы сбора ТБО по двум участкам г.Астаны

| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1 Северный участок сбора ТБО | 249 200 | 353 957 | 503 794 | 603 902 |
| 2 Южный участок сбора ТБО | 121 237 | 337 694 | 542 412 | 606 055 |
| Всего | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 1 209 957 |



| | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|-------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1 Объем сбора отходов при ПСВ | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 603 902 |
| 2 Объем сбора на ПСС | 0 | 0 | 0 | 606 055 |
| Всего | 370 437 | 691 651 | 1 046 206 | 1 209 957 |

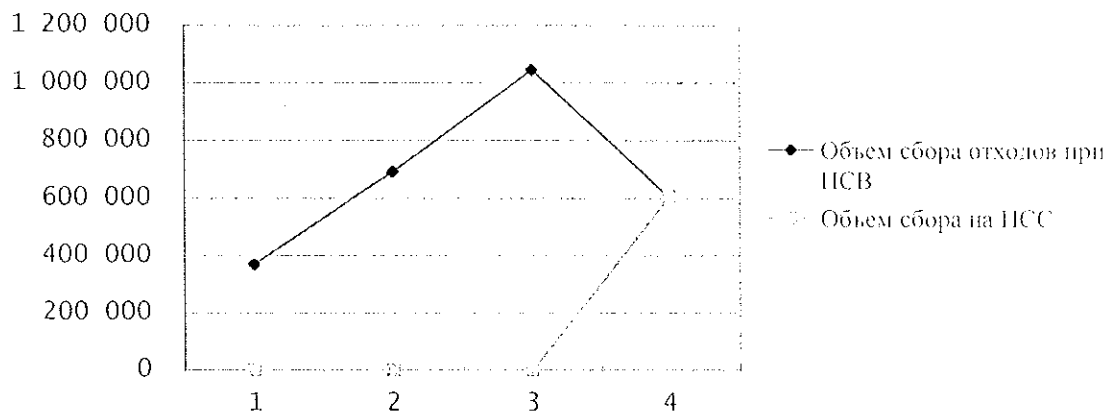


Рисунок К.4.4 Объемы сбора ТБО по двум участкам г.Астаны

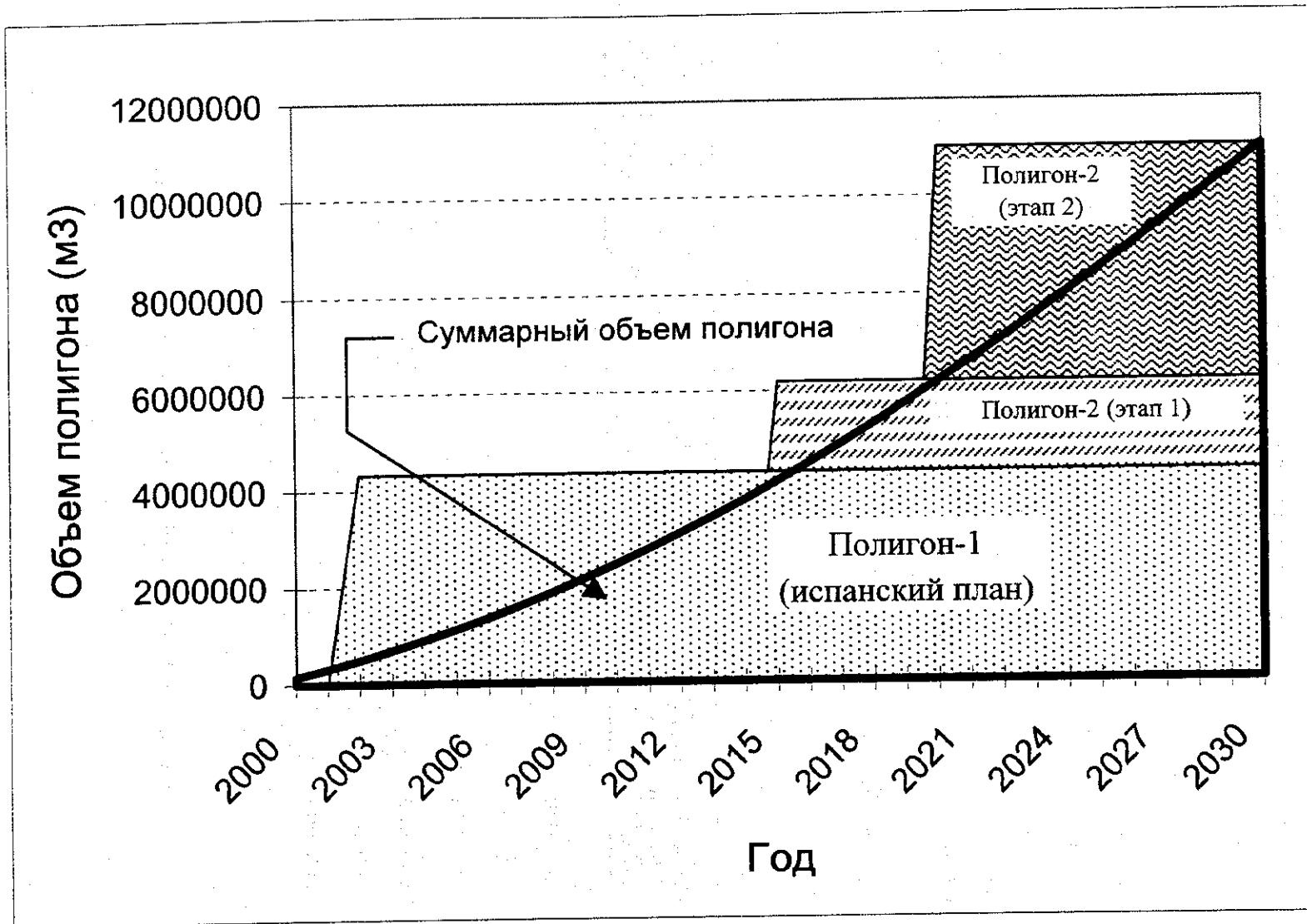
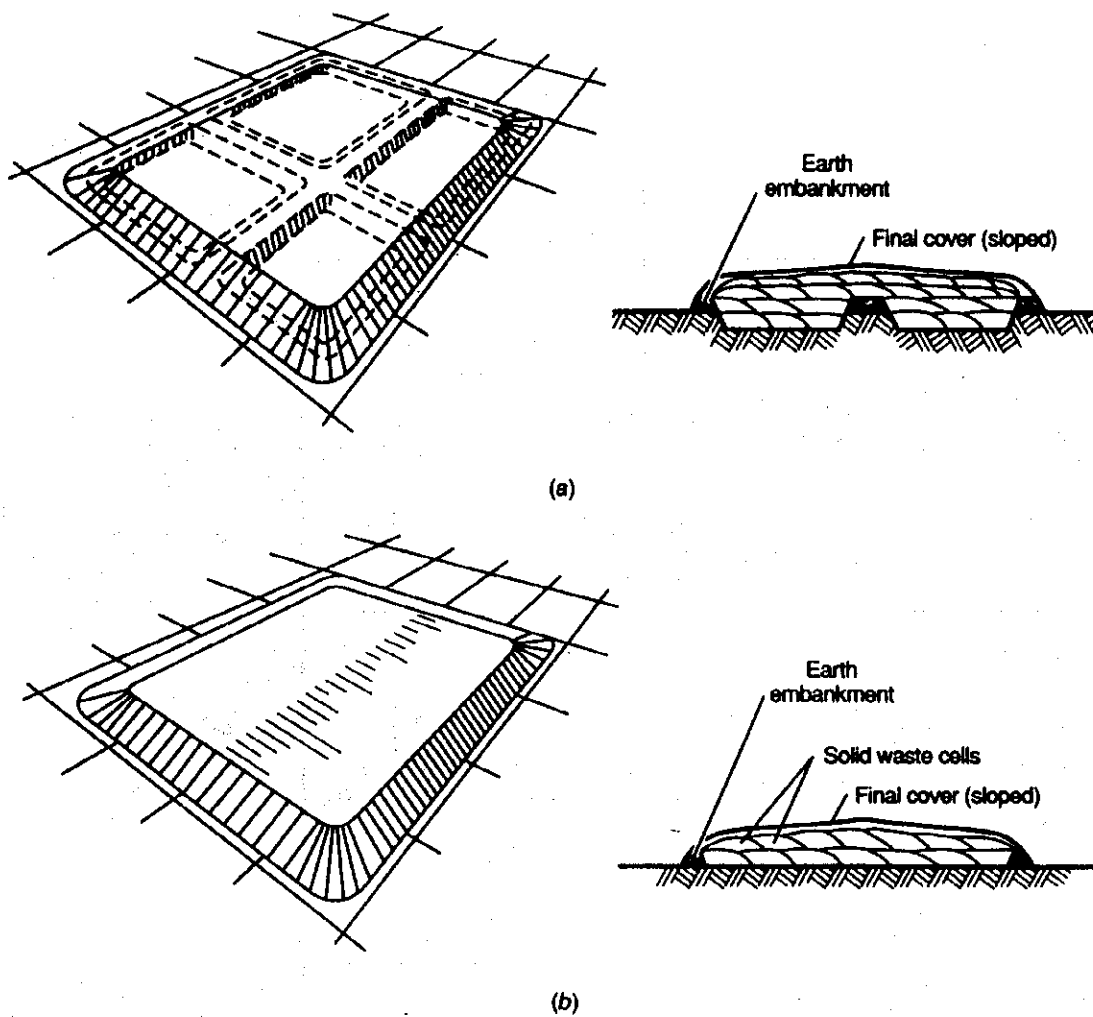


Рисунок К.4.5 Суммарная кривая объемов полигона



(a) Траншейный метод

(b) Зональный метод

(Источник: "Комплексное управление твердыми отходами", МакГроу-Хилл, 1993г.)

Рисунок К.4.6 Предлагаемый тип полигона

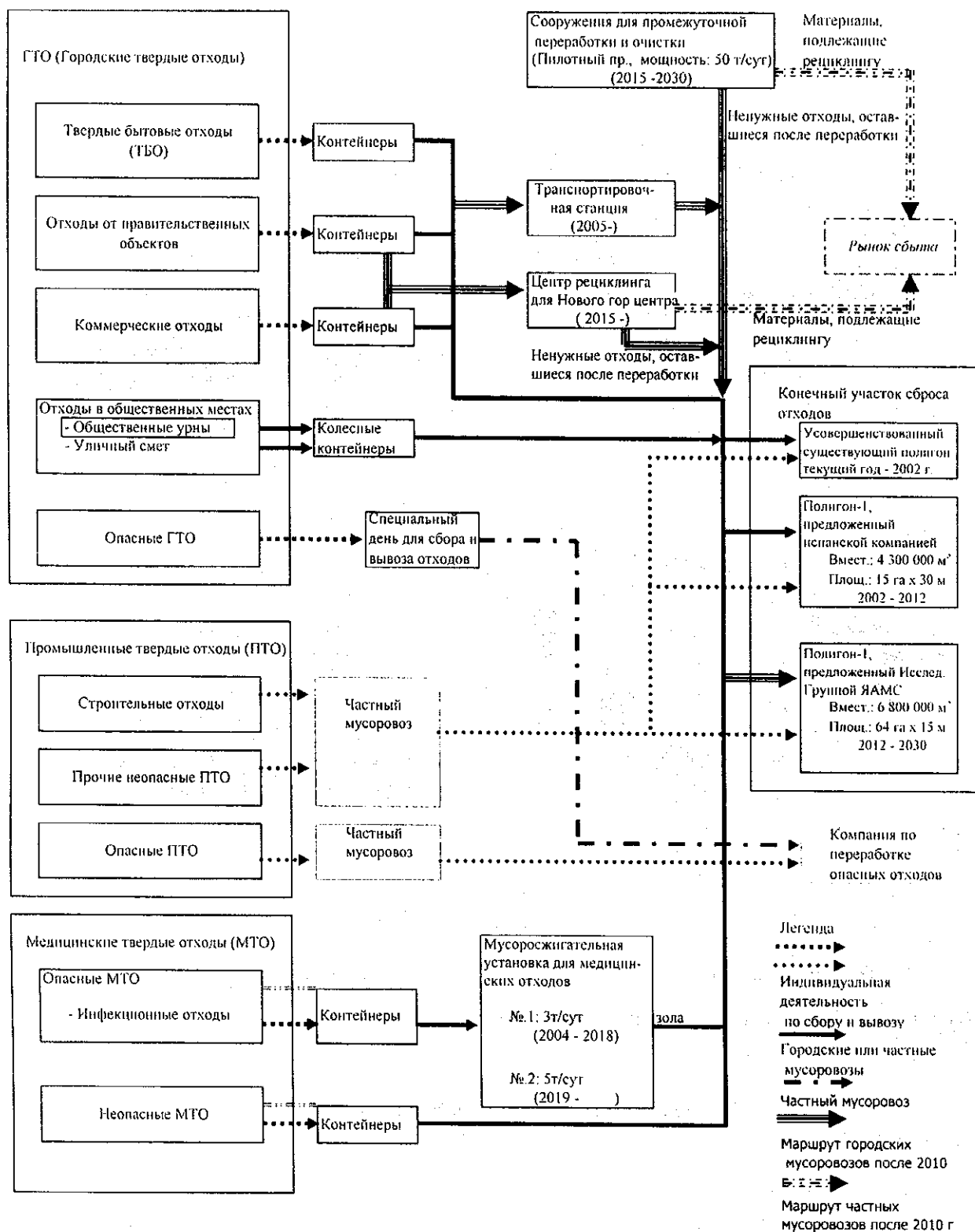


Рисунок К.7.1 Предлагаемая схема сбора и вывоза отходов в городе Астане

ASTANA

THE STUDY ON THE MASTER PLAN
FOR
THE DEVELOPMENT OF THE CITY OF ASTANA
IN
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЛЕГЕНДА

ПОЛИГОН (СУЩЕСТВУЮЩИЙ) +
ПОЛИГОН - 1 (2010)

ПОЛИГОН-2
(2020)

Альтернативная территория,
предлагаемая под
размещение Полигона-2 (2020)

Мусоросжигательная
установка для опасных
медицинских отходов (2010)

Сооружения для промежуточной
переработки ТБО
(2020) по пилотному проекту

Завод по переработке полимерных отходов
или
нефтеперерабатывающая заводская станция

Центр рециклинга для территории
Нового центра Города (2020)

Станция транспортировки (2030)

Зона обслуживания по сбору
твердых отходов (существующая)

Зона обслуживания по сбору
твердых отходов (2010)

Зона обслуживания по сбору
твердых отходов (2020)

Зона обслуживания по сбору
твердых отходов (2030)

Направления транспортировки
(существующие)

Направления транспортировки
(2010)

Направления транспортировки
(2020)

Направления транспортировки
(2030)

Граница разделения зон сбора
отходов

План утилизации твердых отходов
2010, 2020, 2030

JICA MASTER PLAN TEAM
MADE BY NIKKO CONSULTING



Рисунок К.7.2



**L: ПЛАН РАЗВИТИЯ
ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАЩИТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ L
ПЛАН РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Содержание

| | | |
|------------|--|-------------|
| L.1 | Защита от наводнений | L-1 |
| L.1.1 | Современные условия..... | L-1 |
| L.1.2 | Паводки | L-5 |
| L.1.3 | Анализ паводкового стока | L-7 |
| L.1.4 | Распределение расчетных объемов паводка | L-12 |
| L.1.5 | Альтернативные варианты защиты от наводнений | L-15 |
| L.1.6 | Генеральная схема защиты от наводнений | L-19 |
| L.2 | Ливневая канализация | L-24 |
| L.2.1 | Современные условия | L-24 |
| L.2.2 | Анализ дождевых осадков | L-26 |
| L.2.3 | Генеральная схема сети ливневой канализации | L-29 |

Список таблиц

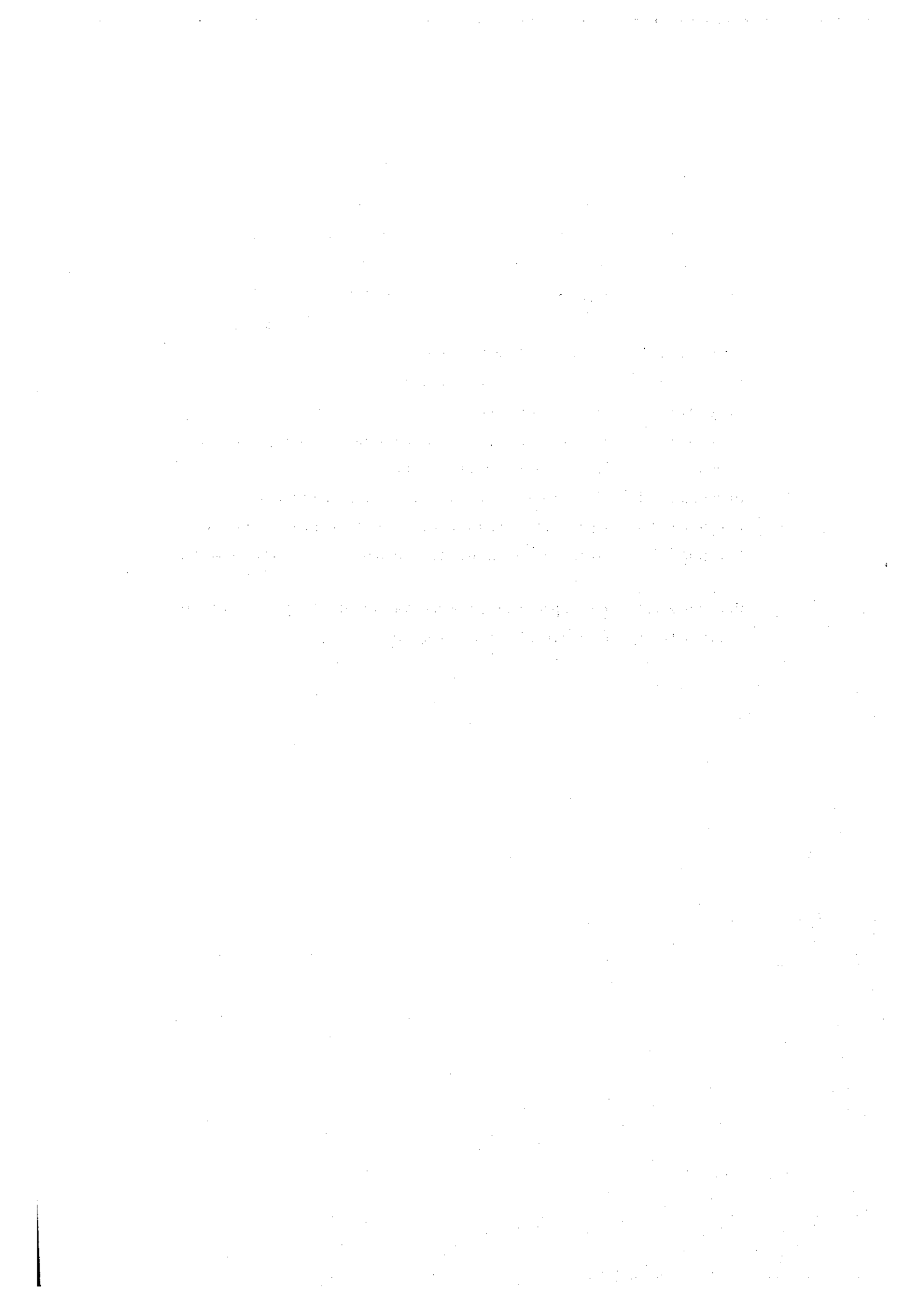
| | |
|---------------|---|
| Таблица L.1.1 | Зарегистрированные данные по ежегодному максимальному расходу воды по каждому посту |
| Таблица L.1.2 | Расход Вячеславского водохранилища за период с 1970 г. |
| Таблица L.1.3 | Расчетные значения максимального расхода паводка на площади водосбора р. Ишим |
| Таблица L.1.4 | Расчетные значения максимального расхода паводка на площади водосбора р. Моилды |
| Таблица L.1.5 | Расчетные значения максимального расхода паводка на площади водосбора Вячеславского водохранилища |
| Таблица L.1.6 | Расчет отметки максимального подпорного уровня |
| Таблица L.1.7 | Расчет параметров для регулирующего водохранилища |
| Таблица L.2.1 | Ежегодное максимальное количество осадков |
| Таблица L.2.2 | Расчет коэффициента стока ливневых вод |
| Таблица L.2.3 | Сбор ливневых вод |

Список рисунков

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| Рисунок L.1.1 | Общая схема территории исследования |
| Рисунок L.1.2 | Речные структуры вокруг Астаны |

- Рисунок L.1.3 Зона затопления паводком 1993 года
- Рисунок L.1.4 Схематическая диаграмма модели паводка
- Рисунок L.1.5 Гидрографы паводков за период с 1975 по 1999 гг.
- Рисунок L.1.6 Выборочные гидрографы расхода предыдущих паводков
- Рисунок L.1.7 Совокупный расход паводка
- Рисунок L.1.8 Совокупный расход паводка (в процентном соотношении)
- Рисунок L.1.9 Гидрограф паводка 1993 г. продолжительностью 20 дней
- Рисунок L.1.10 Расчет предполагаемого сброса паводковых вод
- Рисунок L.1.11 Проектный гидрограф с различными периодами повторяемости
- Рисунок L.1.12 Расчет гидрографа г. Астана
- Рисунок L.1.13 Территория возможного затопления (10-летний период повторяемости)
- Рисунок L.1.14 Территория возможного затопления (100-летний период повторяемости)
- Рисунок L.1.15 Территория возможного затопления (1000-летний период повторяемости)
- Рисунок L.1.16 Проектный гидрограф, предложенный Акиматом г. Астана
- Рисунок L.1.17 Расчет сброса воды из Вячеславского водохранилища (период повторяемости паводка 1 раз в 100 лет)
- Рисунок L.1.18 Расчет сброса воды из Вячеславского водохранилища (период повторяемости паводка 1 раз в 100 лет при полной наполняемости полезного объема)
- Рисунок L.1.19 Расчет сброса воды из Вячеславского водохранилища (период повторяемости паводка 1 раз в 1000 лет)
- Рисунок L.1.20 Расчет сброса воды из Вячеславского водохранилища (период повторяемости паводка 1 раз в 1000 лет), предложенный Акиматом г. Астаны
- Рисунок L.1.21 Расчет расхода паводка у г. Астаны по методу Маскингама
- Рисунок L.1.22 Гидрограф стоков
- Рисунок L.1.23 Распределение расчетного объема паводка р. Ишим в естественных условиях
- Рисунок L.1.24 Альтернативы стандартных поперечных сечений

- Рисунок L.1.25 Распределение расчетного объема паводка р. Ишим
(с периодом повторяемости 1000 лет, Альтернатива 1)
- Рисунок L.1.26 Распределение расчетного объема паводка р. Ишим
(с периодом повторяемости 1000 лет, Альтернатива 2)
- Рисунок L.1.27 Распределение расчетного объема паводка р. Ишим
(с периодом повторяемости 1000 лет, Альтернатива 3)
- Рисунок L.1.28 Сопоставление альтернатив
- Рисунок L.1.29 Продольное сечение р. Ишим по г. Астана
- Рисунок L.1.30 Н-V Кривая регулирующего водохранилища
- Рисунок L.1.31 Расположение регулирующего пруда при наводнениях
- Рисунок L.1.32 План защиты от наводнений
- Рисунок L.2.1 Действующая система ливневой канализации
- Рисунок L.2.2 Расчет предполагаемого количества ливневых осадков
- Рисунок L.2.3 Интенсивность, продолжительность и частота дождевых осадков
- Рисунок L.2.4 Карта расположения сооружений по сбору ливневых вод
- Рисунок L.2.5 Схема ливневой канализации



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ L

ПЛАН РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

L.1 Защита от наводнений

L.1.1 Современные условия

(1) Река Ишим

Площадь водосбора реки Ишим составляет 7400 км² в районе г. Астаны, включая 5310 км² – в районе Вячеславского водохранилища. Остальные территории водосбора, расположенные между г. Астаной и Вячеславским водохранилищем занимают площадь 2 090 км². Протяженность реки на участке между г. Астаной и водохранилищем – 70 км. Река Ишим характеризуется спокойным течением, направленным на запад, поскольку ее русло проходит вдоль относительно плоского возвышенного рельефа, чередующегося невысокими холмами. Средний уклон реки в г. Астане на участке между поселками Интернациональное и Кирово составляет 0,0005. Общая схема территорий исследования отражена на Рисунке L.1.1.

Сток реки, зарегулированный Вячеславским водохранилищем, помимо водоснабжения города, используется на орошение и технические нужды. На территории города течение русла реки Ишим сравнительно ровное, благодаря проведенным работам по обустройству ее берегов, в то время как на окраинах города русло реки в верхнем и нижнем течении, в силу природного ландшафта, извилистое.

Река в маловодный период пересыхает, что влечет нарушение ее руслообразующего стока, в силу чего русло сильно подвержено влиянию паводковых вод.

Пропускная способность р. Ишим в настоящее время сравнительно высокая лишь на городских территориях, на которых был проведен ряд противопаводковых мероприятий, и составляет не менее 750 м³/сек. С другой стороны, на участках реки в верхнем и нижнем течении от города Астаны, где не проводилось никаких работ по благоустройству русла реки, его пропускная способность составляет лишь 200 м³/сек. Данные пропускной способности реки на различных участках представлены в нижеследующей таблице, а участки реки показаны на Рисунке L.1.2.

Пропускная способность реки в современных условиях (при полных берегах)

| № участка | Территория | Пропускная способность (м ³ /с) |
|-----------|---|--|
| 1 | Поселок Кирово | 200 |
| 2 | г.Астана, территории возле существующего автомобильного моста | 750 |
| 3 | Село Интернациональное | 220 |

Река Ишим имеет притоки: р. Карасу, а также ручьи Сары-Булак и Ак-Булак.

Территории на правом берегу реки Ишим в основном освоены под жилые и промышленные районы. Топографической особенностью территорий города Астаны является то, что правый берег р. Ишим характеризуется более высокой высотной отметкой, нежели левый. В настоящее время река Ишим обустроена противопаводковыми дамбами, а также подпорными сооружениями вдоль ее правого берега. Обычно во время паводков вода затопливает территорию поймы на левобережье реки Ишим. Однако, с недавнего времени ведутся работы по освоению левобережья реки Ишим. Защита территорий левобережья от наводнений является необходимым условием, выдвинутым со стороны Акимата города Астаны.

(2) Инженерные защитные сооружения на реке Ишим

1) Подпорные сооружения

Берегоукрепительные и руслоуглубительные работы на реке Ишим в свое время были проведены только в границах города Астаны. В поперечном сечении русло реки Ишим было расширено до 200 м, а правый берег реки Ишим оснащен подпорными сооружениями на участке между существующим пешеходным мостом и местом слияния с ручьем Акбулак длиной 2 км. Проектная высота существующих подпорных сооружений – 348,1 м. С недавнего времени на правом берегу, вниз по течению от городских территорий, ведутся работы по строительству подпорных сооружений. Также полным ходом идет строительство подпорных сооружений и на левобережье реки. Схема размещения подпорных сооружений дана на Рисунке L.1.2.

2) Плотина

На протяжении русла реки Ишим сооружен ряд плотин, служащих для поддержания надлежащего уровня воды в реке для водозабора на нужды водоснабжения города или орошения, а также в целях улучшения санитарных

условий реки Ишим. Две таких плотины существуют близ поселков Тельмана и Кирова. Плотина у поселка Тельмана представляет собой земляной вал. Основным назначением данной плотины является поддержание соответствующего уровня воды для подачи на насосную станцию технического водоснабжения. Отметка уровня воды установлена согласно требованиям АСА и эквивалентна высотной отметке 348 м.

С другой стороны, плотина, расположенная около поселка Кирова, сделана из железобетона, и предназначена в основном для поддержания надлежащего уровня воды в целях улучшения санитарных условий реки Ишим в границах городских территорий. Существующая высота гребня плотины в месте слияния реки Ишим с ручьем Акбулак составляет 343,7 м для поддержания уровня воды на высотной отметке 343,88 м, что отвечает требованиям Акимата города Астаны.

Схема размещения плотин показана на Рисунке L.1.2.

3) Затвор

В 25 км восточнее города Астаны, где расположен поселок Александровка, регулирование стока обеспечивается затвором, с помощью которого сток отводится к поселку, за исключением периода весенних паводков, когда затвор закрывается во избежание затопления поселка. Паводковые воды разливаются в естественной пойме вдоль левого берега реки, расположенной между поселком Александровка и г. Астаной. После прохождения через естественное пойменное понижение поток паводковых вод направляется вниз по течению и вливается в реку Ишим около поселка Тельмана.

4) Мосты

В границах города Астаны существует три моста через реку Ишим: один пешеходный мост и два автомобильных моста. С недавнего времени ведется строительство нового автомобильного моста через реку Ишим в качестве продолжения улицы Сары-Арка.

5) Вячеславское водохранилище

Вячеславское водохранилище расположено примерно в 50 км вверх по течению от города Астаны. Водоохранилище эксплуатируется с 1970 года. Основные параметры Вячеславского водохранилища представлены в

нижеследующей таблице. Среди них отсутствует водослив. Схема расположения водохранилища представлена на Рисунке L.1.2.

Основные технические характеристики Вячеславского водохранилища и его плотины

| Параметры | Единицы измерения |
|---|---|
| Плотина | |
| Длина гребня плотины | 1 200 м |
| Высота створа плотины | 30 м |
| Отметка высоты гребня плотины | 406,75 м |
| Отметка высоты шандорного затвора | 395,5 м |
| Водовыпуск | Выпускная труба диаметром 1 000 мм с клапаном |
| Шандорный затвор | Типа: 7,5м x 12,0м x 3шт. |
| Водохранилище | |
| Отметка максимального подпорного уровня | 404,4 м |
| Отметка нормального подпорного уровня | 403,0 м |
| Площадь зеркала | 60,7 км ² (при НПУ) |
| Объем | 410,9 млн м ³ |

В период весенних паводков для работы затворов применяется шаговый эксплуатационный режим, что отражено в ниже следующей таблице.

Шаговый эксплуатационный режим затворов

| Режим | Открытие затвора (м) | | | Уровень воды, м | Расход, м ³ /сек |
|-------|----------------------|-------------|--------|-----------------|-----------------------------|
| | левый | центральный | правый | | |
| 1 | закрыт | 0,5 | закрыт | 403,0 | |
| 2 | 0,5 | 0,5 | закрыт | 403,0 | |
| 3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 403,0 | |
| 4 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 403,0 | |
| 5 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 403,0 | |
| 6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 403,0 | |
| 7 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 403,0 | |
| 8 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 403,0 | |
| 9 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 403,0 | |
| 10 | 1,5 | 3,0 | 1,5 | 403,0 | |
| 11 | 3,0 | 3,0 | 1,5 | 403,0 | |
| 12 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 403,0 | |
| 13 | 3,0 | 3,5 | 3,0 | 403,0 | |
| 14 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 403,0 | |
| 15 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 403,0 | |
| 16 | 3,5 | 7,5 | 3,5 | 403,0 | |
| 17 | 7,5 | 7,5 | 3,5 | 403,0 | |
| 18 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 403,0 | |
| 19 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 404,4 | |

Обычно положение затворов плотины регулируется для поддержания соответствующего нормального подпорного уровня в воды в водохранилище на отметке 403 м.

(3) Проблемы, имеющие место в системе паводковой защиты

Ниже перечислены проблемы в отношении паводковой защиты:

- недостаточная пропускная способность реки, за исключением участков в черте города;
- незавершенное строительство противопаводковой дамбы вдоль русла реки, за исключением территорий правобережной части в центре города;
- извилистость русла реки в западной и восточной части г. Астаны

L.1.2 Паводки

(1) Наблюдения за рекой Ишим

Акмолинский центр гидрометеорологического мониторинга ведет наблюдения за рекой Ишим с 1933 года. В районе г.Астана располагаются пять гидрологических постов: пос.Тельмана (г.Астана), с.Волгодоновка, Вячеславское водохранилище, с.Николаевка и с.Тургеневка (Рисунок L.1.1). Площадь водосбора каждого из данных постов приведена в нижеследующей таблице.

Площадь водосбора постов наблюдения за р. Ишим

| Пост | г. Астана | с.Волгодоновка | Вячеславское вдхр. | с.Николаевка | с.Тургеневка |
|---------------------------------------|-----------|----------------|--------------------|--------------|--------------|
| Площадь водосбора, (км ²) | 7 400 | - | 5 310 | 472 | 3 240 |
| Год ввода в эксплуатацию | 1933 | 1978 | 1970 | 1973 | 1975 |

Имеются данные по ежегодному максимальному расходу воды и среднесуточному расходу по каждому посту, за исключением поста на Вячеславском водохранилище, которые приводятся в Таблице L.1.1.

(2) Паводки прошлых лет

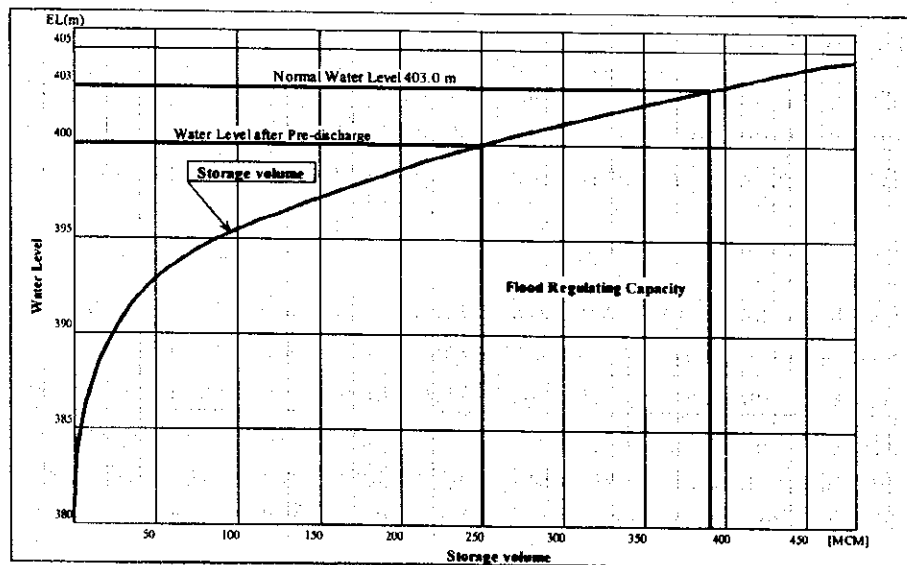
Согласно ежегодным учетным данным расхода воды, в большинстве случаев максимальный годовой расход приходится на период весенних паводков, а именно на апрель месяц. Максимальный расход, 1200 м³/сек, был зарегистрирован в 1948 году на участке реки Ишим, проходящем в черте г. Астана. Ситуация усугубилась почти одновременным разливом реки Нура. Из-за нечетко выраженного водораздела между обеими реками, часть

весеннего паводка реки Нура заливают территории бассейна реки Ишим, что и произошло в 1948 г., в результате чего практически вся левобережная территория города оказалась затопленной.

Расход реки Ишим даже в период весеннего половодья остается относительно низким, особенно это стало наблюдаться после введения в 1970 г. в эксплуатацию Вячеславского водохранилища. После 1948 года г. Астана не подвергался затоплению, за исключением 1993 года, когда причиной затопления явилось механическое повреждение шлюза на Вячеславском водохранилище, вызванное нагромождением льда. Площади, подвергшиеся затоплению во время паводка в 1993 году, показаны на Рисунке L.1.3, составленном на основе результатов опроса, проведенного Исследовательской группой ЯАМС.

(3) Современная схема защиты от наводнений

В период весеннего паводка обычно организуется комиссия по чрезвычайным ситуациям в целях разработки контрмер по защите от наводнения. Обычно Вячеславское водохранилище выполняет регулирующую функцию. В периоды ожидаемых крупномасштабных паводков, комиссией принимается решение по сбросу воды из водохранилища для обеспечения соответствующего объема, необходимого для приема паводковых вод. Сброс воды производится на основе баланса между объемом водохранилища и объемом ожидаемого притока паводковых вод. С 1975 года предварительный сброс воды из Вячеславского водохранилища производился 10 раз по решению комиссии, как показано в Таблице L.1.2. Обычно в результате предварительного сброса обеспечивается понижение уровня воды в нем приблизительно до отметки 400 м, а объем воды снижается до 140 млн.м³. Ниже представлен баланс между уровнем воды и объемом воды в Вячеславском водохранилище.



В 1998 году одним из местных разработчиков была предложена концепция защиты от паводкового затопления. Ведущиеся в настоящее время работы по благоустройству реки Ишим в основном проектировались в соответствии с данной концепцией, согласно которой в качестве расчетного принят паводок повторяемостью 1 раз в 1000 лет. Часть объема паводковых вод задерживается в Вячеславском водохранилище, часть – в новом регулирующем водохранилище, расположенном вверх по течению от города Астаны. Сток паводка по реке Ишим в границах города, соответственно, снижается до 750 м³/сек.

L.1.3 Анализ паводкового стока

(1) Общие сведения

В целях разработки плана защиты от наводнений, необходимо установить расчетную величину паводка, которая определяется на основе данных пикового расхода паводка и гидрографа притока паводка. В целом, пропускная способность русла реки запроектирована на основе данных пикового расхода паводка. При проектировании сооружений для задержания части паводковых вод, с целью уменьшения пикового расхода, требуется составление гидрографа паводкового стока для того, чтобы правильно рассчитать соотношение между мощностью сооружений и объемом стока.

Поэтому, проводится необходимый анализ для оценки пикового расхода паводка, а также составления гидрографа для реки Ишим.

(2) Модель распределения паводка

В рамках анализа паводкового стока, составляется модель распределения паводка, с целью определения размеров паводка на разных территориях. При этом принимается во внимание нижеследующее:

- характеристики паводкового стока (снижение пикового объема паводка в естественном пойменном понижении);
- слияние с ручьями Ак-Булак и Сары-Булак;
- пункт регулирования основных объемов паводка (размещение существующих и планируемых сооружений).

Схематическая диаграмма модели паводка на реке Ишим показана на Рисунке L.1.4. На основе установленной модели паводка производится расчет величины паводкового стока последовательно в направлении сверху вниз по течению.

Как расчет величины стока по модели паводка, так и объем стока, задерживаемый в естественном пойменном понижении, производится по методу Маскингама. Естественные понижения поймы на левобережье р. Ишим в ее верхнем и нижнем течении (относительно г. Астаны) зачастую используются для сброса паводковых вод. Пойменные понижения в верхнем бьефе выполняют функции естественных водорегулирующих емкостей, тем самым снижая риск затопления г. Астаны. Об этом свидетельствуют учетные записи наблюдений за расходом воды на створах гидропостов Волгодоновка и Астана, приведенные в нижеследующей таблице.

Сравнение расхода воды на гидропостах Волгодоновка и Астана

| Годы | 1979 | 1983 | 1985 | 1986 | 1990 | 1991 | 1993 | 1997 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Волгодоновка | 846 | 356 | 239 | 394 | 272 | 269 | 974 | 148 |
| | 23/4 | 12/4 | 15/4 | 18/4 | 13/4 | 19/4 | 18/4 | 10/4 |
| Астана | 486 | 270 | 196 | 294 | 181 | 204 | 750 | 114 |
| | 25/4 | 13/4 | 17/4 | 20/4 | 15/4 | 20/4 | 18/4 | 13/4 |
| Срезка пика половодья | 360 | 86 | 43 | 100 | 91 | 65 | 224 | 34 |

Примечание) верхняя цифра – расход воды (м³/с), нижняя цифра - дата наблюдения

Эффект существующего понижения поймы реки, служащей для задержания части объема паводковых вод, оценен из сопоставительного анализа учетных данных 1993 года, полученных на створах Волгодоновка и г.Астана. Объем стока у г.Астаны рассчитан с использованием следующей формулы:

$$O_2 = C'_1 \times I_2 + C'_2 \times I_1 + C'_3 \times O_1, \text{ где}$$

O_2 - расход оттока в пункте наблюдения

I_1 - последнее вычисленное значение расхода притока на участке в верхнем течении реки;

I_2 - расход притока в исследуемом пункте;

O_1 - последнее вычисленное значение расхода оттока в пункте наблюдения;

C'_1, C'_2 и C'_3 - коэффициенты (причем $C'_1 = 0,152$; $C'_2 = 0,321$ и $C'_3 = 0,527$).

(3) Расчетный период паводка

Был произведен расчет расхода паводка на территории водосбора Вячеславского водохранилища в период весеннего половодья. При расчете использовались учетные данные по постам наблюдения с. Николаевка и с. Тургеневка. Площадь водосбора Вячеславского водохранилища была разделена на 3 участка: территории водосбора р. Моилды, р. Ишим и самого водохранилища, как показано на Рисунке L.1.1, а также видно из нижеследующей таблицы:

Участки территории водосбора Вячеславского водохранилища

Единица измерения: км²

| Название участка | р. Моилды | р. Ишим | Вячеславское водохранилище | Итого |
|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|-------|
| Площадь водосбора | 797 | 4 126 | 387 | 5 310 |
| Название поста наблюдения | с. Николаевка | с. Тургеневка | - | - |
| Площадь водосбора у поста наблюдения | 472 | 3 240 | - | - |
| Коэффициент водосбора | 1,7 | 1,3 | - | - |

Максимальный годовой расход участков водосбора р. Моилды и Ишим рассчитывался путем умножения коэффициентов площадей водосбора на максимальный расход на постах Николаевка и Тургеневка. Для определения расхода притока паводка наряду со сводными данными были учтены значения расходов каждого в отдельности из обоих гидропостов в отношении соответствующих дат рассматриваемого периода. Эти данные далее помноженные, соответственно, на коэффициент площади водосбора постов Николаевка и Тургеневка, были приведены к площади водосбора Вячеславского водохранилища. Расчетные значения максимального расхода паводка на вышеуказанных участках водосбора представлены в таблицах L.1.3-L.1.5.

На Рисунке L.1.5 отражены гидрографы участка водосбора Вячеславского водохранилища за период с 1975 по 1999 годы. В качестве примеров были взяты годы крупных наводнений - 1986, 1987, 1990, 1991 и 1993, гидрографы расхода которых отражены на Рисунке L.1.6.

На Рисунке L.1.7 показано отношение объема суммарного расхода паводков к их продолжительности, а на Рисунке L.1.8 представлена зависимость долей суммарного расхода паводков от их продолжительности. Из Рисунка L.1.8 видно, что значительное повышение объема суммарного расхода паводка происходит в течение 20 дней. В нижеследующей таблице приводятся данные, показывающие зависимость объема суммарного расхода каждого из имевших место паводков от их продолжительности.

Отношение суммарного расхода паводка к его продолжительности

| Год | Продолжительность (дней) | | | |
|------------------|--------------------------|-----|-----|-----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1986 | 51% | 93% | 97% | 99% |
| 1987 | 33% | 83% | 94% | 99% |
| 1990 | 43% | 83% | 91% | 96% |
| 1991 | 0% | 63% | 93% | 98% |
| 1993 | 30% | 80% | 92% | 98% |
| Среднее значение | 31% | 81% | 93% | 98% |

Из таблицы видно, что доля суммарного расхода паводка в среднем достигает уровня 31% от общего расхода паводка в течение 10 дней, 81% - в течение 20 дней, 93% - в течение 30 дней, 98% - в течение 40 дней. Это предполагает, что во время крупных паводков максимальный расход паводка обычно наблюдается на протяжении 20 дней. Таки образом, расчетная продолжительность паводка принята в размере 20 дней.

Согласно Рисунку L.1.7, самый высокий расход паводка наблюдался в 1993 году. Тип расчетного гидрографа определен на основе гидрографа паводка 1993 года продолжительностью 20 дней, как показано на Рисунке L.1.9.

(4) Анализ вероятности паводка

Годовой максимальный расход паводка на участке водосбора Вячеславского водохранилища представлен в таблице ниже согласно данным Таблицы L.1.5.

Максимальный годовой расход паводка на участке водосбора Вячеславского водохранилища

| Год | Расход (м ³ /сек) | Год | Расход (м ³ /сек) | Год | Расход (м ³ /сек) |
|------|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|
| 1975 | 59 | 1984 | 280 | 1993 | 770 |
| 1976 | 550 | 1985 | 500 | 1994 | 110 |
| 1977 | 390 | 1986 | 820 | 1995 | 480 |
| 1978 | 150 | 1987 | 740 | 1996 | 560 |
| 1979 | 520 | 1988 | 490 | 1997 | 370 |
| 1981 | 120 | 1989 | 170 | 1998 | 35 |
| 1982 | 190 | 1990 | 670 | 1999 | 15 |
| 1983 | 410 | 1991 | 690 | | |

При определении вероятного притока в Вячеславское водохранилище для паводков различной обеспеченности был использован метод Гумбеля, а также плоттерный метод Томаса.

$$P(X < x) = i / (N + 1), \text{ где}$$

$P(X < x)$ – суммарная обеспеченность;

i – порядок данных по возрастанию;

N – количество данных.

Результаты оценки вероятного расхода паводков различной обеспеченности показаны на Рисунке L.1.10. В результате установлено, что значения вероятного расхода паводка, вычисленные по методу Гумбеля, превышают значения, вычисленные по методу Томаса, поэтому за основу принят вероятный расход паводка, рассчитанный по методу Гумбеля на площади водосбора Вячеславского водохранилища. Ниже приводится сопоставление значений вероятного расхода паводка с различной повторяемостью.

Сопоставление значений возможного расхода паводка

| Повторяемость (лет) | Расход по методу Томаса (м ³ /сек) | Расход по методу Гумбеля (м ³ /сек) |
|---------------------|---|--|
| 1 000 | 1 200 | 1 900 |
| 100 | 960 | 1 400 |
| 10 | 700 | 790 |

Выбранный гидрограф за 1993 год продолжительностью 20 дней был экстраполирован в соответствии с коэффициентом максимального расхода паводка. Гидрографы с различными периодами повторяемости изображены на Рисунке L.1.11.

С другой стороны, расчет расхода паводка для города Астаны также производился по методу Маскингама, результаты которого приведены на Рисунке L.1.12.

В таблице ниже представлены значения вероятного максимального расхода паводка с различными периодами повторяемости у Вячеславского водохранилища и в городе Астане.

Вероятный расход паводка

| Период повторяемости (лет) | Вероятный расход паводка (м ³ /сек) | |
|----------------------------|--|-----------|
| | Вячеславское водохранилище | г. Астана |
| 1 000 | 1 900 | 1 700 |
| 100 | 1 400 | 1 200 |
| 10 | 790 | 700 |

Вероятные затопленные площади в г. Астане при различных периодах повторяемости паводка показаны на Рисунках L.1.13-L.1.15, а значения площадей – в нижеследующей таблице.

Вероятная площадь затопления

| Период повторяемости (лет) | Площадь (км ²) |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 000 | 220 |
| 100 | 170 |
| 10 | 120 |

L.1.4 Распределение расчетных объемов паводка

(1) Расчетный объем паводка

По требованиям СНиП 2.07.01-89 за расчетный горизонт следует принимать отметку наивысшего уровня воды повторяемостью 1 раз в 100 лет для территорий застроенных или подлежащих застройке жилыми и общественными зданиями. В связи с тем, что защитные сооружения для такого столичного города как Астана могут быть отнесены к 1 классу, согласно СНиП, критерий безопасности для г. Астаны - предмет детальных инженерных исследований.

На левом берегу р. Ишим планируется разместить объекты республиканского значения, такие как здания Парламента, Резиденции Президента Республики Казахстан, министерств, центральных комитетов и агентств городских и республиканских органов исполнительной власти. Затопление вышеуказанных территорий в силах повлечь огромный ущерб экономике страны. Следовательно, обеспечение контрмер по предотвращению природных катастроф для столицы является жизненно необходимым.

Недавно разработанная концепция защиты от паводкового затопления повторяемостью 1 раз в 1000 лет левобережной части г. Астаны, предложенная одним из местных разработчиков и утвержденная городским Акиматом, была принята Исследовательской группой ЯАМС при оценке расчетных объемов паводка.

Расчетный гидрограф с повторяемостью 1 раз в 1000 лет был принят Акиматом города Астаны (Рисунок L.1.16). Максимальный расход паводка был оценен в размере 2 100 м³/сек. Результаты оценок вероятных паводков с различными периодами повторяемости Исследовательской группы ЯАМС и Акимата города Астаны представлены в нижеследующей таблице.

| Период повторяемости (лет) | Вероятный расход паводка, м ³ /с | |
|-------------------------------|--|--|
| | Исследовательская группа ЯАМС (м ³ /сек) | Акимат г. Астаны (м ³ /сек) |
| 1 000 | 1 900 | 2 100 |
| 100 | 1 400 | 1 600 |
| 10 | 790 | 800 |

(2) Распределение расчетного объема паводка

Как упоминалось в разделе L.1.2, в период весеннего половодья Вячеславское водохранилище выполняет функцию срезки пика паводка. Расход паводка после срезки пика паводка рассчитан с учетом изменения современного режима работы Вячеславского водохранилища:

- первоначальный объем воды в Вячеславском водохранилище перед половодьем в расчетах принимается как 250 млн.м³;
- максимальный допустимый подпорный уровень воды в водохранилище соответствует отметке 404,4 м;
- до наступления пикового периода паводка сброс воды из водохранилища эквивалентен притоку паводка при условии, если приток паводка ниже 1000 м³/сек. Если приток паводка превышает 1000 м³/сек, сброс воды из водохранилища зависит от уровня воды в нем и режима открытия шандорных затворов;
- по прохождении пика паводка, следует регулировать работу шандорных затворов таким образом, чтобы поддерживать уровень воды в водохранилище на отметке 403,0 м.

Сброс воды из шандорных затворов водохранилища рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = C \times B \times d \times (2gH)^{1/2}, \text{ где}$$

Q – сброс (м³/сек);

B – ширина затворов (м);

d – высота открытия шандорных затворов (м);

g – самотечное ускорение воды (м/сек²);

H – глубина воды от порога затвора (м).

Расчет сброса затворами из Вячеславского водохранилища производился на основе расчетных гидрографов периодами повторяемости 100 и 1 000 лет. В отношении расчетного гидрографа с повторяемостью 1 раз в 1000 лет, предоставленном Акиматом г. Астаны, также произведены отдельные расчеты. Результаты расчетов представлены на Рисунках L.1.17-L.1.20, а их сводные данные в нижеследующей таблице:

Срезка пика паводка Вячеславским водохранилищем

| Расход притока (м ³ /с) | Полезный объем: 250 млн. м ³ | | | Полезный объем: 390 млн. м ³ | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| | Максим. расход, м ³ /с | Отметка уровня воды на плотине, м | Высота открытия шандорных затворов, м | Максим. расход, м ³ /с | Отметка уровня воды на плотине, м | Высота открытия шандорных затворов, м |
| 1 400 | 850 | 404,0 | 3,0 | 1 300 | 404,2 | 4,5 |
| 1 900 | 1 300 | 404,4 | 4,5 | - | - | - |
| 2 100* | 1 300** | 404,3 | 4,5 | - | - | - |

Примечание) *: по оценкам городского Акимата

** : по оценкам Исследовательской группы ЯАМС с использованием гидрографа, предоставленного Акиматом г. Астаны

В результате произведенных расчетов, максимально возможная срезка пика половодья за счет полезной емкости Вячеславского водохранилища оценивается в 1 300 м³/сек.

Расход паводка на подходе к городу Астане рассчитывается по методу Маскингама. Результаты расчетов отражены на Рисунке L.1.21. Пиковый расход паводка составляет 1 270 м³/сек. Предполагаемый объем паводка на территории естественного пойменного понижения вдоль реки Ишим, можно вывести на основе разницы между двумя гидрографами, изображенными на Рисунке L.1.21. В естественном понижении поймы, расположенной вдоль реки Ишим, может задерживаться паводок объемом около 220 млн.м³. Объемы паводковых вод с участков водосбора ручьев Ак-Булак и Сары-Булак объединяются на территории города Астаны. По этим двум ручьям наблюдения не проводились и, соответственно, учетные данные отсутствуют. Гидрографы для каждого ручья принимаются на основе гидрографа площади водосбора Вячеславского водохранилища. Согласно предоставленным данным, паводковые воды на этих двух водотоках начинают прибывать раньше, чем на реке Ишим, так как их площади водосбора намного меньше площади водосбора реки Ишим. Однако, их сток не оказывает значительного влияния на пиковый объем паводка в реке Ишим. Гидрографы обоих водотоков отражены на Рисунке L.1.22.

Распределение расчетного объема паводка реки Ишим показано на Рисунке L.1.23.

L.1.5 Альтернативные варианты защиты от наводнений

(1) Основные мероприятия

Ниже приводится описание основных мероприятий, направленных на защиту территорий от наводнений.

Искусственное повышение поверхности территории (подсыпка)

Повышение поверхности пониженных территорий подсыпкой грунта, таких, например, как территория на левобережье реки Ишим западнее города Астаны, полезно при установке временной инженерной защиты на короткий период. При этом предусматривается перенос грунта с незатапливаемых участков коренного берега или поймы на затапливаемые участки. В перспективе существует возможность использования грунта, извлекаемого при обустройстве нового пруда в западной части Нового центра города, для подсыпки пониженных территорий. Если предполагаемая для защиты территория небольшая, этот вид сооружения не будет дорогостоящим ввиду дешевизны материала и работ. В отношении огромных территорий не рекомендуется применять данный вид инженерной защиты из-за больших затрат.

Обвалование

Обвалование возводится вокруг селитебной территории для защиты от затоплений. При разработке проектов инженерной защиты данным методом, следует предусматривать использование гребня дамб обвалования для прокладки автомобильных дорог. Автомобильные дороги могут выполнять и защитные от наводнений функции, если возводить их выше уровня селитебного района, однако, уровень селитебного района находится ниже уровня поверхности дорог. В связи с этим, необходимо тщательно проработать метод дренирования дождевых вод вышеуказанных территорий.

Благоустройство берегов реки

В основном, эта схема увеличивает пропускную способность реки. Она предполагает расширение русла путем его выравнивания и возведения защитных дамб. Проведение берегоукрепительных и руслорегулирующих работ, рассчитанных на сброс больших наводнений, требует очень крупных затрат, как финансовых, так и временных. Эту схему лучше применять в комбинации с другими инженерными сооружениями, например, с

руслорегулирующим резервуаром.

В настоящее время продолжается реализация берегоукрепительных и русловыправительных работ на участке реки Ишим в пределах городских территорий, в результате чего происходит расширение благоустроенных участков в направлениях вверх и вниз по течению реки. Текущие работы по благоустройству реки были рассмотрены и учтены в Генеральном плане.

Регулирующий резервуар

Регулирующий резервуар функционирует в период пика паводка, осуществляя соответствующий контроль над сбросом воды и принимая излишние объемы паводковых вод. Под строительство регулирующего резервуара требуется отведение большой площади. При условии наличия естественных равнинных территорий вдоль реки, представляется эффективным строительство регулирующего водохранилища.

В настоящее время паводковые воды реки Ишим регулируются затопляемыми территориями, расположенными вдоль реки вверх по течению от города Астаны. Такие территории рекомендуется использовать в качестве регулирующей емкости.

Канал для отведения паводковых вод

Канал для отведения паводковых вод рекомендуется в целях распределения притока паводковых вод прогнозируемой реки. По каналу излишний объем стока паводковых вод сбрасывается на специально отведенные для этого территории или в бассейн другой реки. Однако, строительство такого канала в целом требует значительных как финансовых затрат на отчуждение земель, так и временных затрат.

(2) Предлагаемые альтернативные мероприятия

Альтернативные варианты защиты территорий от наводнений обычно разрабатываются в увязке с некоторыми из вышеупомянутых основных мероприятий. В рамках Генерального плана предлагается три альтернативных схемы защиты от наводнений.

Альтернатива 1

В качестве Альтернативы 1 предлагается проведение работ по благоустройству реки (укрепление берегов реки, выпрямление и углубление русла) для периода повторяемости 1 раз в 1000 лет. При этом необходимо:

- обеспечить пропускную способность реки 1 300 м³/сек;
- провести работы по благоустройству реки, по крайней мере, на участке от поселка Александровка, расположенного примерно в 25 км вверх по течению от г. Астаны, до низовой реки.

Предлагаемый вариант поперечного сечения реки показан на Рисунке L.1.24.

Альтернатива 2

В качестве Альтернативы 2 предлагается совместить работы по благоустройству берегов и русла реки со строительством нового регулирующего водохранилища. При этом необходимо:

- обеспечить пропускную способность русла реки 750 м³/с в соответствии с пропускной способностью реки в районе существующего автомобильного моста;
- построить новое регулирующее водохранилище вверх по течению от г. Астаны;
- на выходе из нового регулирующего резервуара должны быть установлены сооружения, регулирующие расход паводковых вод.

Предлагаемый вариант поперечного сечения русла реки на данном участке показан на Рисунке L.1.24.

Русловыпрямительные и берегоукрепительные работы направлены на расширение русла реки. Пропускная способность в 750 м³/с соответствует уровню защиты от наводнений повторяемостью 1 раз в 15 лет. Проведения каких-либо дополнительных работ по благоустройству реки кроме тех, которые проводятся в настоящее время под руководством Акимата г. Астаны, не предусматривается.

Альтернатива 3

В качестве Альтернативы 3 предлагается совмещение русловыпрямительных и берегоукрепительных работ со строительством канала для отведения паводковых вод. При этом следует:

- обеспечить пропускную способность русла реки $750 \text{ м}^3/\text{с}$;
- построить канал для отвода паводковых вод на левом берегу;
- обеспечить пропускную способность канала в $550 \text{ м}^3/\text{с}$;
- предусмотреть устройство перегораживающего сооружения в точке отвода паводковых вод – поселке Александровка.

Предлагаемый вариант поперечного сечения русла канала для отвода и переброски паводковых вод показан на Рисунке L.1.24.

Предлагаемые схемы распределения расчетного объема паводка отражены на Рисунках L.1.25-L.1.27.

(3) Выводы

Альтернатива 1

- работы по благоустройству реки, направленные на обеспечение пропускной способности русла $1\,300 \text{ м}^3/\text{с}$, в значительной мере отразятся на ходе реализации всех проектов, имеющих отношение к реке Ишим;
- потребуется отчуждение значительной площади земель вдоль реки Ишим по сравнению с двумя другими альтернативами;
- стоимость строительства оценивается в размере не менее 190 млн. долларов США.

Альтернатива 2

- переориентации проводимых в настоящее время работ по благоустройству реки, направленных на обеспечение пропускной способности русла $750 \text{ м}^3/\text{с}$, не предусматривается;
- использование 3-ей кольцевой дороги в качестве противопаводковой дамбы несколько затруднительно с технической точки зрения;
- территория, планируемая под водорегулирующую емкость, населена и не используется под сельскохозяйственные угодья или пастбища;