

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Транспортные узлы»,
Кафедра «Проектирование, строительство
и эксплуатация транспортных объектов»**

А. К. ГОЛОВНИЧ, С. С. КОЖЕДУБ

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОБЪЕКТОВ
ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
СТАНЦИЙ**

Учебно-методическое пособие

Гомель 2018

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Транспортные узлы»,
Кафедра «Проектирование, строительство
и эксплуатация транспортных объектов»

А. К. ГОЛОВНИЧ, С. С. КОЖЕДУБ

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Одобрено методическими комиссиями факультетов управления процессами перевозок и заочного в качестве учебно-методического пособия по дисциплине «Инновационные технологии проектирования железнодорожных станций» для студентов специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»

Гомель 2018

УДК 656.211.25.001.2(075.8)
ББК 39.213
Г61

Р е ц е н з е н т – проректор по научной работе, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук **А. А. Ерофеев** (УО «БелГУТ»)

Головнич, А. К.

Г61 Автоматизированное проектирование объектов путевого развития железнодорожных станций : учеб.-метод. пособие; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. / А. К. Головнич, С. С. Кожедуб – Гомель : БелГУТ, 2018. – 55 с.
ISBN 978-985-554-596-6

Рассматриваются возможности использования специализированной программной надстройки среды AutoCAD для автоматизации расчетов и проектирования элементов путевого развития и технического оснащения железнодорожных станций. Приводятся практические рекомендации решения различных проектных задач в среде САПР железнодорожных станций на основе объектного подхода.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» факультетов «Управление процессами перевозок» и заочного.

УДК 656.211.25.001.2(075.8)
ББК 39.213

ISBN 978-985-554-596-6

© Головнич А. К., Кожедуб С. С., 2018
© Оформление. УО «БелГУТ», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование объектов инфраструктуры железнодорожной станции, расчет параметров их функционирования, определение эффективных режимов взаимодействия в процессе выполнения технологических операций всегда приводит к необходимости формирования определенной исходной модельной схемы, которой является чертеж. Точная привязка элементов путевого развития и технического оснащения требует достаточно детальной проработки положения отдельных путей и стрелочных переводов по отношению друг к другу. Поэтому проектная работа на железнодорожных станциях связывается с масштабными планами. Все станционные объекты на этих планах имеют определенные позиции в некоторой координатной системе. Разработка крупных раздельных пунктов (например, сортировочных станций) требует значительного времени и сопряжена с необходимостью позиционирования нескольких тысяч контрольных точек путей, стрелочных переводов, предельных столбиков, сигналов, зданий и сооружений. В настоящее время эту сложную работу помогают выполнять специализированные программные системы, которые позволяют воспроизвести цифровой образ путевого развития железнодорожной станции в принятых условных обозначениях на экране дисплея и записать полученную электронную структуру в память информационной среды.

В основе подобных модельных интерпретаций находится *информационный объект*, подобный реально существующему прототипу (стрелочному переводу, участку пути и пр.). Этот объект характеризуется соответствующим набором параметров, значимых для решения поставленной задачи и обладает свойствами, обеспечивающими взаимодействие с другими объектами. Данный информационный объект (инфообъект) является определенным упрощением реального (при расчетах не учитываются многие случайные воздействия, в модельном объекте отсутствуют дефекты и др.). Важно при конструировании инфообъекта, являющегося образом прототипа, получить такое приближение модели по форме и содержанию, чтобы результаты расчетов совпадали с ожидаемыми, реализуемыми на практике в аналогич-

ных исходных условиях. Достоверность моделирования является одним из важнейших критериев оценки качества функционирования модельных реконструкций. Одним из условий достигаемого уровня достоверности является высокая точность координатной привязки, реализуемая информационной средой проектирования.

В данном пособии разработка цифровых масштабных планов производится в среде системы автоматизированного проектирования железнодорожных станций (САПР ЖС), являющейся надстройкой типового программного пакета AutoCAD. САПР ЖС позволяет в диалоговом режиме проектировать все значимые инфообъекты путевого развития и технического оснащения отдельных пунктов.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ САПР ЖС

1.1 Общая характеристика среды

Цифровое проектирование железнодорожных станций осуществляется в специальной программной надстройке САПР ЖС, разработанной в базовой среде AutoCAD версии 14. САПР ЖС встроена в основную оболочку AutoCAD 14 и использует все ее функциональные возможности, дополненные специальными инструментами для проектирования путевого развития и технического оснащения станционных объектов.

Надстройка САПР ЖС активируется одновременно с загрузкой AutoCAD 14. Палитра инструментов проектирования станционных объектов представлена в программной оболочке как ряд новых графических кнопок с соответствующими мнемоническими изображениями производимых действий. Например, условное обозначение стрелочного перевода указывает на укладку перевода, дуги – на проектирование криволинейного участка пути и т.д. (рисунок 1.1).

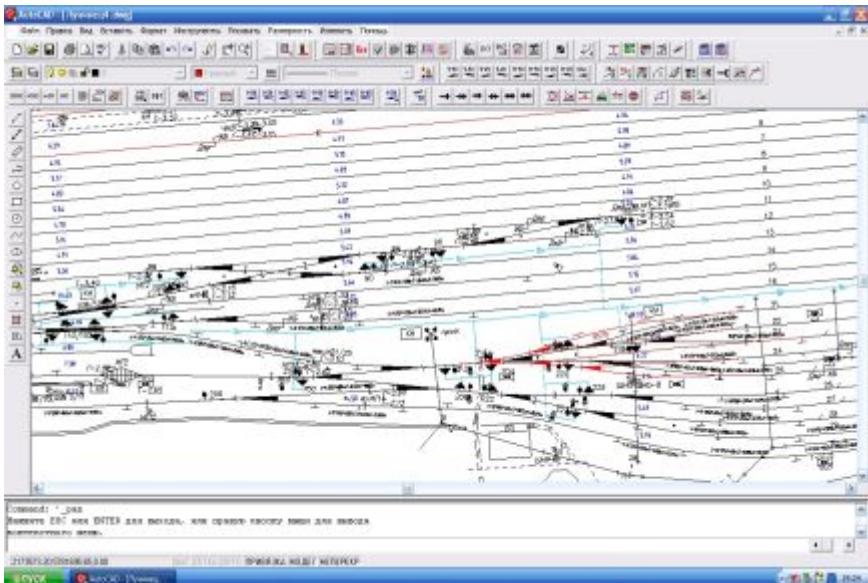




Рисунок 1.1 – Рабочее окно САПР ЖС с соответствующими инструментами проектирования станций

Инструменты САПР ЖС объединены в определенные группы по функциональному признаку (проектирование путей, стрелочных переводов, установка светофоров, специализация путей, задание и изменение исходных данных и др.).

1.2 Инструменты проектирования объектов путевого развития станций

1.2.1 Начало работы в САПР ЖС

Проектирование объектов путевого развития железнодорожных станций в среде САПР ЖС требует установки значений целого ряда параметров, которые впоследствии будут использоваться многократно, что позволит более продуктивно применять систему автоматизации. К таким данным можно отнести значения радиуса круговых кривых на станции, величины междупутья, скорости движения пассажирских поездов, типа тяги и некоторых других. В САПР ЖС определен инструмент , активизация которого левой кнопкой мыши приводит к установке указанных данных. Если после этого нажать на кнопку , то на рабочем поле появляется информационное окно с указанием перечня и величин значений исходных данных (рисунок 1.2).

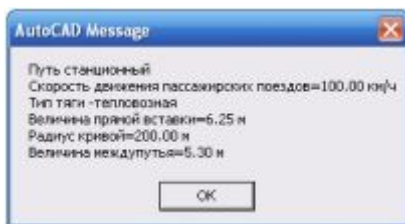


Рисунок 1.2 – Параметры проектирования, устанавливаемые САПР ЖС в пакетном режиме

Следует отметить, что значения этих параметров не изменяются на протяжении дальнейших проектных операций до применения инструментов для их коррекции, которые будут рассмотрены позже в данном пособии.

1.2.2 Укладка стрелочного перевода

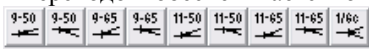
Проектирование стрелочных переводов обеспечивается определенным набором группы инструментов . Каждый из 9-и представленных графических клише определяет некоторую конкретную эпюру стрелочного перевода марок 1/9, 1/11 или 1/6 и типов рельсов Р50 или Р65. В базе данных САПР ЖС хранятся эпюры стрелочных переводов следующих типов, представленных в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные параметры переводов, используемых в САПР ЖС

В М

Марка перевода	Тип рельса Р50		Тип рельса Р65	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
1/11	14,43	19,10	14,06	19,31
1/9	15,46	15,64	15,19	15,85
1/6	6,93	10,61	–	–

Проектирование стрелочного перевода заключается в выборе соответствующего типа из базы данных с помощью курсора мыши. В результате данной операции в командной строке AutoCAD появляется указание: «Указать точку привязки» (рисунок 1.3).

```
Command:  
Command: (weiter 1) Указать точку привязки
```

Рисунок 1.3 – Операция укладки стрелочного перевода

Далее курсором мыши необходимо выбрать точку привязки проектируемого стрелочного перевода. После этого на экране дисплея возникает изображение стрелочного перевода, выделенное особым (фиолетовым) цветом, что указывает на промежуточный этап проектирования, требующий выбора соответствующей ориентации перевода. В командной строке формируется указание «Кнопка мыши – следующее положение перевода» (рисунок 1.4).

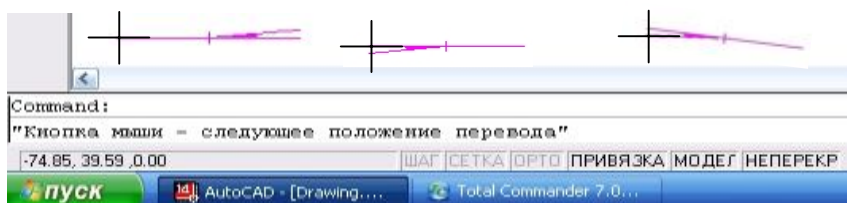




Рисунок 1.4 – Этап выбора ориентации стрелочного перевода

Нажатие левой кнопки мыши при фиолетовом отображении стрелочного перевода изменяет ориентацию данного перевода с привязкой к исходному пункту, выбранному ранее. После нахождения необходимого положения стрелочного перевода выбранная позиция фиксируется клавишей <ENTER> клавиатуры. После данной операции изображение стрелочного перевода изменяется на цвет рабочего слоя (как правило, черный при белом фоновом рабочем поле экрана дисплея).

1.2.3 Проектирование участка пути

В САПР ЖС возможно масштабное проектирование прямолинейного и криволинейного путей. Наиболее простой инструмент – укладка прямого участка пути фиксированной длины . Использование данного инструмента обеспечивается нажатием левой кнопки мыши с курсором, указывающим на соответствующую кнопку графического меню. В результате в командной строке появляется надпись: «Указать точку привязки». Выбор точки привязки продолжает работу данного проектного инструмента и требует ввода длины проектируемого пути. Ввод длины пути (в метрах) производится с клавиатуры и отображается в командной строке с надписью

«Длина участка пути». Результатом данной операции является проектирование потребной длины прямого участка пути.

Данный инструмент определяет проектную работу по статичной укладке прямого пути. На эту особенность указывает буква «S» графического изображения кнопки. САПР ЖС в своем арсенале имеет инструмент динамического проектирования пути с выбором длины, изменяемой движением курсора мыши . Электронная линейка работает при выборе данной кнопки и последующем указании точки привязки. Далее требуется перемещать манипулятор мыши по опорной плоскости без нажатия на какие-либо кнопки. В результате на рабочем поле будет вычерчиваться участок пути с изменяющейся длиной, указываемой на конце отрезка и в командной строке (рисунок 1.5).

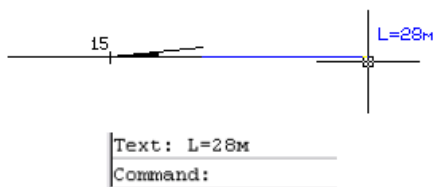





Рисунок 1.5 – Динамическая укладка прямого пути

После выбора требуемого значения длины пути необходимо нажать на клавишу <ENTER> клавиатуры.

Для криволинейного участка пути САПР ЖС предоставляет инструменты статического и динамического проектирования , , которые работают аналогично рассмотренным ранее, но только при укладке круговых кривых соответствующего радиуса и направления (против или по часовой стрелке). Радиус кривой устанавливается с помощью вызова функции .

В результате исполнения данной функции на экран выводится информационное окно (рисунок 1.6).

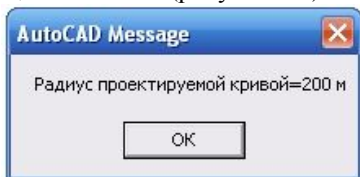


Рисунок 1.6 – Сообщение о текущем радиусе проектируемых кривых

После нажатия на кнопку «ОК» данного информационного окна в командной строке появляется сообщение «Радиус проектируемой кривой =». Следует указать требуемое значение радиуса. После завершения ввода нажатием клавиши <ENTER> снова появляется информационное сообщение с новым значением радиуса проектируемых кривых.




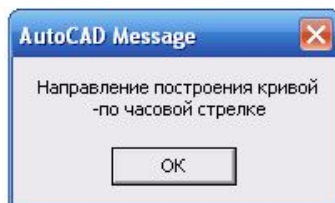

Ориентация кривой изменяется вызовом функции, выполняемой на кнопке . Если нажать на данную кнопку и задержать курсор, то появляется два вложенных изображения  и . Активизация первой кнопки позволит установить направление проектируемой кривой по часовой стрелке с выводом на экран информационного окна (рисунок 1.7).

Рисунок 1.7 – Сообщение с информацией по направлению проектируемой кривой



Если требуется уложить участок пути, параллельный заданному, то используется инструмент . Активизация данного инструмента приводит к выводу в командной строке сообщения об указании исходного участка пути, параллельно которому требуется уложить новый (рисунок 1.8).

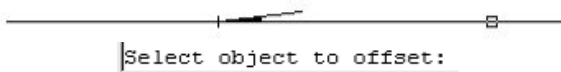


Рисунок 1.8 – Выбор исходного пути

С помощью указателя курсора в виде прямоугольника отмечается исходный участок пути. В результате данной операции указанный участок заменяется штриховой линией, а в командной строке выводится сообщение о необходимости указания точки полуплоскости, в которой нужно уложить новый путь (рисунок 1.9).

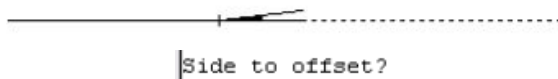



Рисунок 1.9 – Выбор полуплоскости положения нового пути

Выбор точки выше данного участка пути приводит к укладке нового пути, параллельного данному на расстоянии текущего значения междупутья с длиной, равной исходному участку пути (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Завершение работы инструмента проектирования параллельного пути

Данный инструмент продолжает работать в циклическом режиме. Это значит, что можно многократно указывать исходный путь и полуплоскость укладки нового пути, получая определенное число параллельных путей.

При необходимости сопряжения двух участков прямых САПР ЖС предоставляет соответствующий инструмент . Данный инструмент используется только для участков путей, поэтому по указанной на рисунке 1.11 схеме необходимо от заднего стыка стрелочного перевода по боковому пути уложить некоторый участок прямого пути.

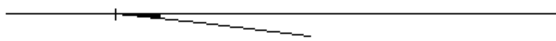


Рисунок 1.11 – Фрагмент проектируемой станции с сопряжением двух участков путей

Вызов функции сопряжения путей приводит к необходимости указания первого элемента сопряжения (рисунок 1.12).



```
Command:  
Command: (kurve9) Указать первый элемент сопряжения
```

Рисунок 1.12 – Начало работы функции сопряжения путей

Желтый маркер помогает ориентироваться в выборе элементов сопряжения. После выбора первого элемента в командной строке формируется новое сообщение: «Указать второй элемент сопряжения» (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Выбор второго элемента сопряжения путей

Результатом работы данной функции САПР ЖС является укладка кривой между двумя указанными прямыми участками путей с выводом значения радиуса кривой, точкой координатного положения вершины угла поворота и мест тангенсов в точках начала и конца кривой (рисунок 1.14).

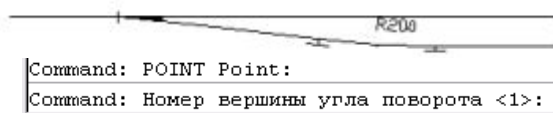


Рисунок 1.14 – Проектирование сопряжения путей

В командной строке предлагается указать вершину угла поворота с соответствующим номером. Если нажать клавишу <ENTER>, то проектируемое изображение дополнится вершиной угла поворота (рисунок 1.15).

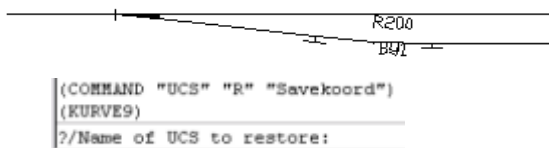


Рисунок 1.15 – Указание вершины угла поворота

Если на запрос по углу поворота (см. рисунок 1.14) нажать на клавишу <ESC>, то данный атрибут кривой выводиться на план не будет.

Следует обратить внимание на возможные побочные результаты работы инструментов САПР ЖС. В командной строке (см. рисунок 1.15) могут формироваться сообщения с ожиданием от пользователя ввода определенных команд и символов, не имеющих прямого отношения к процессу проектирования железнодорожных станций. Поэтому необходимо постоянно обращать внимание на записи в командной строке AutoCAD и выходить из таких программных запросов нажатием клавиши <ESC>.

Если пользователь принимает решение о необходимости ввода вершин углов поворота, то все последующие номера этих углов будут контролироваться программной надстройкой и увеличиваться по порядку их проектирования (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16 – Проектирование вершин углов поворота


При необходимости проектирования тупикового пути требуется обозначение упора. Соответствующий инструмент  позволяет зафиксировать тупик (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17 – Проектирование тупикового пути

После указания точки привязки (на рабочем поле САПР ЖС визуализирует желтый квадрат с сопроводительной надписью «Конечная точка») в выбранной точке формируется условное обозначение тупика (рисунок 1.18).

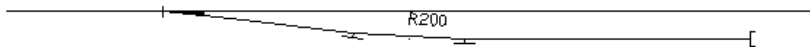

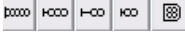



Рисунок 1.18 – Установка тупика

Запроектированный путь можно корректировать, уменьшая или увеличивая его длину с помощью соответствующего инструмента . После его вызова необходимо установить курсор в виде небольшого прямоугольника на конец редактируемого прямого или криволинейного участка пути и при нажатой левой клавиши мыши изменять его длину в сторону увеличения или уменьшения. После использования данного инструмента обязательно очистить командную строку от вновь вызываемых команд с помощью клавиши <ESC>.

1.3 Инструменты проектирования объектов технического оснащения станций

1.3.1 Установка светофоров

САПР ЖС имеет базу условных обозначений входных, выходных и маневровых светофоров . Например, вызов инструмента установки маневрового карликового сигнала  определяет запрос в командной строке (рисунок 1.19).

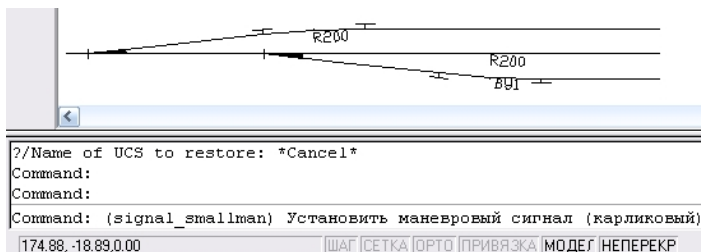


Рисунок 1.19 – Исходные манипуляции установки маневрового сигнала

Место установки светофора следует указать курсором рядом с соответствующим путем. Ориентация светофора также определяется пользователем посредством вращения графического изображения вокруг точки привязки благодаря направляющей линии, перемещаемой при движении манипулятора мыши без нажатия кнопок и клавиш (рисунок 1.20).

Выбранное положение светофора закрепляется нажатием клавиши <ENTER> с последующим указанием номера сигнала (рисунок 1.21).

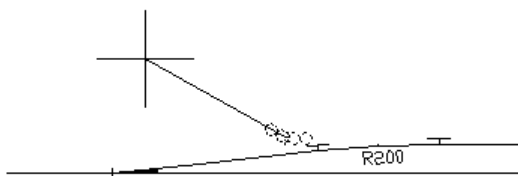


Рисунок 1.20 – Выбор положения светофора

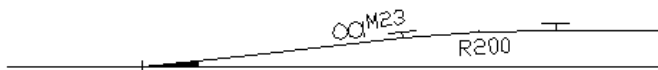



Рисунок 1.21 – Установка маневрового сигнала

Данный инструмент не обеспечивает координатно точной установки сигналов в соответствии с требованиями норм проектирования железнодорожных станций, так как не определено положение предельных столбиков

1.3.2 Проектирование платформ

Пассажирские и грузовые платформы проектируются с помощью типового инструмента AutoCAD «Прямоугольник» . После его выбора в командной строке формируется запрос: «Первый угол». С помощью мыши и указателя курсора отмечается соответствующая точка на проектируемом плане железнодорожной станции. При этом следует обратить внимание на строку статуса, располагаемую ниже командной строки (рисунок 1.22).

```
Command: _rectang
Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина/ <Первый угол> :
|-78.94, -62.96,0.00 |ШАГ|СЕТКА|ОРТО|ПРИВЯЗКА|МОДЕЛ|НЕПЕРЕКР
```

Рисунок 1.22 – Строка статуса AutoCAD при проектировании платформы

Если выделена надпись «Привязка», то двойным щелчком левой кнопки мыши необходимо ее погасить (рисунок 1.23).

```
Command: _rectang
Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина/ <Первый угол> :
|-41.35, -32.22,0.00 |ШАГ|СЕТКА|ОРТО|ПРИВЯЗКА|МОДЕЛ|НЕПЕРЕКР
```

Рисунок 1.23 – Строка статуса с неактивной привязкой


Далее в соответствии с запросом командной строки следует выбрать второй угол. В результате фиксируется общее положение платформы (рисунок 1.24).



Рисунок 1.24 – Проектирование платформы

1.4 Инструменты изменения исходных данных

1.4.1 Изменение величины междупутья

На общей панели выбирается соответствующий инструмент , при активизации которого формируется информационное окно (рисунок 1.25).

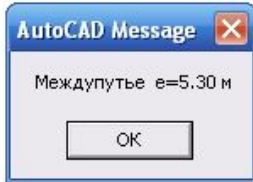


Рисунок 1.25 – Текущее значение проектируемых междупутий

Нажатие на кнопку «ОК» приводит к запросу в командной строке (рисунок 1.26).

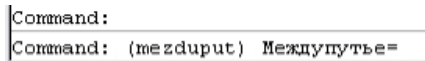



Рисунок 1.26 – Запрос нового значения междупутья

С клавиатуры вводится требуемое значение, которое становится активным после нажатия клавиши <ENTER>

1.4.2 Изменение скорости движения пассажирских поездов

Выбор значения скорости движения пассажирских поездов осуществляется посредством активизации конкретной опции меню . В результате на рабочем поле формируется информационное окно (рисунок 1.27).

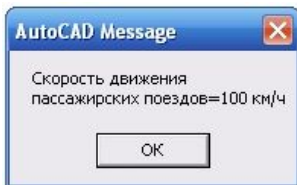


Рисунок 1.27 – Текущее значение скорости движения пассажирских поездов

После нажатия на кнопку «ОК» в командной строке появляется запрос «Скорость движения пассажирских поездов =>», в которую вводится новое значение.

1.4.3 Стрелочные переводы в ЭЦ и на ручном управлении


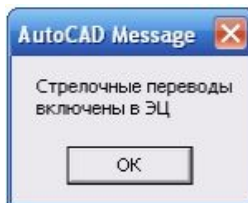
Инструмент САПР ЖС  позволяет выбирать соответствующий способ управления стрелками. После его активизации указывается текущий способ (рисунок 1.28).

Рисунок 1.28 – Сообщение о текущем способе управления стрелками



Нажатие на кнопку «ОК» приводит к формированию командной строки с запросом (рисунок 1.29)

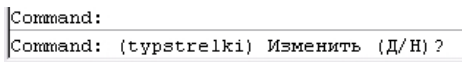
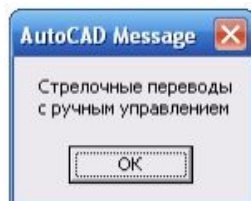


Рисунок 1.29 – Запрос на изменение способа управления стрелочными переводами

При нажатии клавиши «Д» способ управления стрелками изменяется на альтернативный (рисунок 1.30).

Рисунок 1.30 – Изменение управления стрелочными переводами на ручное



1.4.4 Изменение ширины колеи


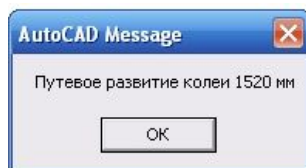
При проектировании станционных путей колея 1520 мм указывается сплошной линией, а 1435 мм – пунктирной. Инструмент САПР ЖС  определяет выбор ширины колеи. Активизация данного инструмента приводит к иллюстрации сообщения среды AutoCAD (рисунок 1.31).

Рисунок 1.31 – Текущее значение ширины колеи



Нажатие на кнопку «ОК» и выбор требуемой опции позволяет изменить значение ширины колеи проектируемого станционного пути (рисунок 1.32).

Следует отметить, что на клавиатуре нажимать «Д/Н» можно при любой раскладке (латиницей или кириллицей).

Command: (typeline) Изменить (Д/Н) ?

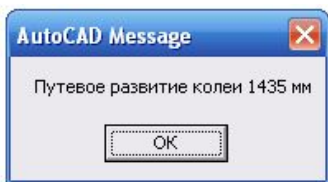



Рисунок 1.32 – Операции изменения ширины колеи

1.4.5 Установка категории пути

Объектом проектирования может быть главный или станционный путь. Данное условие определяется инструментом . Активизация проектного инструмента приводит к указанию текущего типа пути (рисунок 1.33).

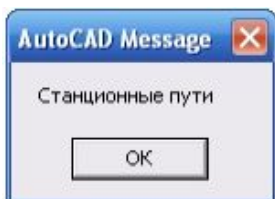


Рисунок 1.33 – Текущий тип проектируемого пути

Типовые манипуляции позволяют изменить категорию пути на главные (рисунок 1.34).

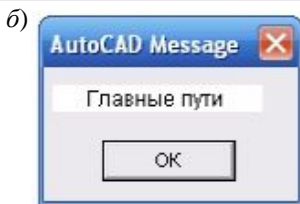
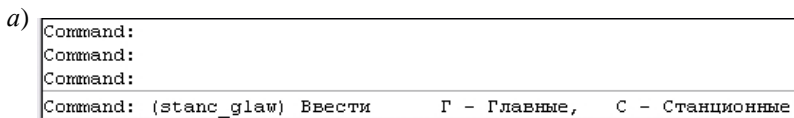

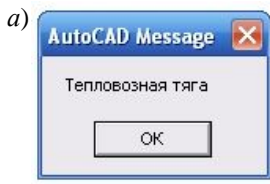


Рисунок 1.34 – Этапы работы с инструментом:
а – выбор категории пути;
б – программная фиксация категории пути

1.4.6 Установка типа тяги

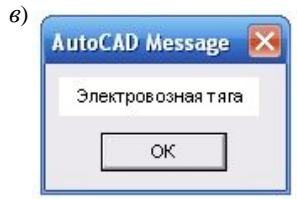
Тип тяги (тепловозная или электровозная) определяется инструментом САПР ЖС . Соответствующие операции указаны на рисунке 1.35.



b)


```
(IF (= 299 0) (COORDIN1))
(COORDIN1)
Command:
Command: (typtiagi) Изменить (Д/Н) ?
```

Рисунок 1.35 – Работа с инструментами «Выбор типа тяги»: а – текущая установка; б – запрос на изменение; в – новая установка



1.5 Установка сопроводительных надписей и других условных обозначений

1.5.1 Установка нумерации путей

Все пути имеют нумерацию, которая реализуется при использовании инструмента САПР ЖС . Вызов данного инструмента определяет запрос командной строки (рисунок 1.36).

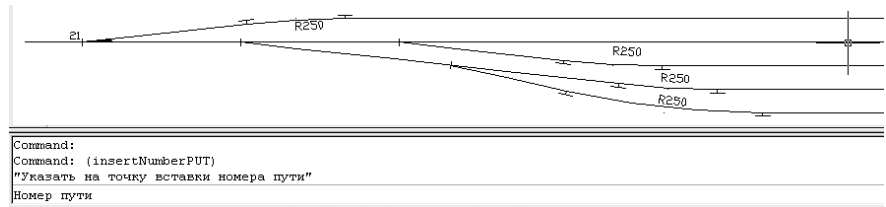


Рисунок 1.36 – Начало работы с инструментом установки номера пути

Указание требуемой точки на оси пути номера устанавливает соответствующий маркер (рисунок 1.37).

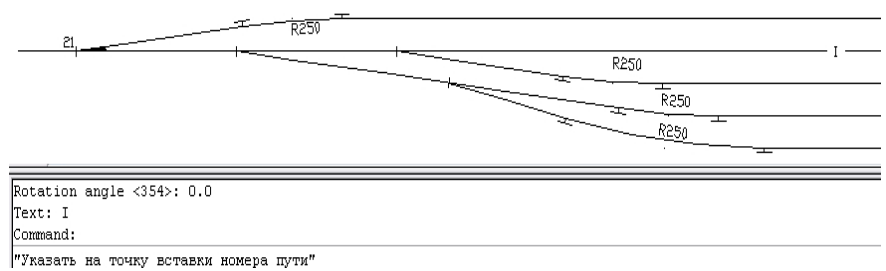




Рисунок 1.37 – Установка номера пути

Следует обратить внимание, что данный инструмент САПР ЖС продолжает свое действие, повторяя запрос в командной строке. Для его завершения необходимо нажать клавишу <ESC>.

1.5.2 Установка специализации путей

Блок инструментов САПР ЖС  позволяет устанавливать на главном или приемоотправочном пути условное обозначение специализации. Для установки на пути знака специализации приема грузовых поездов в нечетном направлении следует выбрать инструмент . В командной строке определится соответствующий запрос (рисунок 1.38).

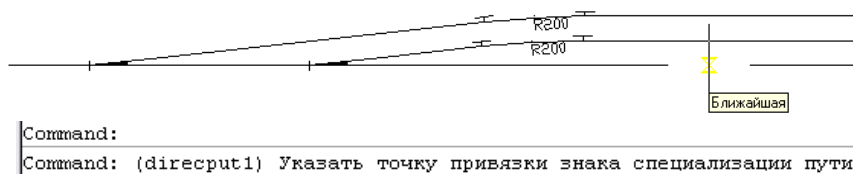


Рисунок 1.38 – Начало работы инструмента выбора специализации пути

После выбора точки на пути (ориентиром является указание на рабочем поле «Ближайшая») формируется новый запрос: «Указать точку направления знака специализации пути». Вторую точку на данном пути нужно указать правее первоначальной, чтобы получить правильный ориентир стрелки (рисунок 1.39).

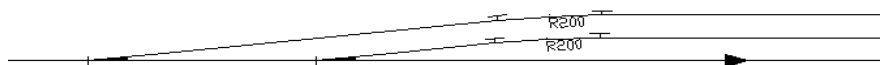



Рисунок 1.39 – Знак специализации на оси станционного пути

Остальные инструменты данного блока проектных операций работают аналогичным образом.

1.5.3 Установка величины междупутья

Междупутья устанавливаются на цифровом масштабном плане станции с помощью инструмента , вызов которого требует указания точки привязки указателя междупутья (рисунок 1.40).

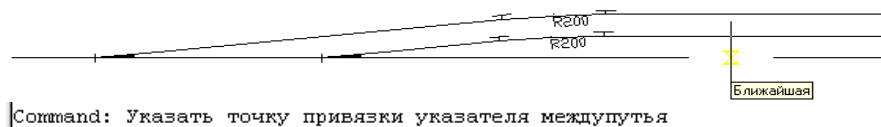


Рисунок 1.40 – Начало работы инструмента установки междупутья

Далее требуется указать точку на втором пути, расположенном рядом с первым (рисунок 1.41).

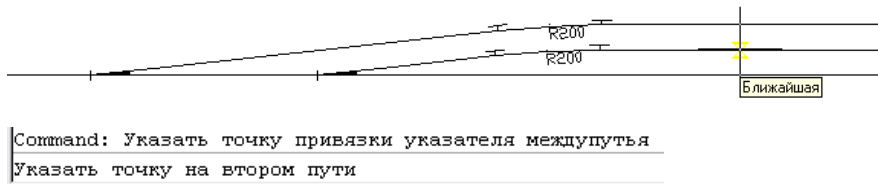


Рисунок 1.41 – Продолжение работы инструмента установки междупутья

Вторая точка всегда должна быть выше первой. В этом случае междупутье будет указано между первым и вторым путем (рисунок 1.42).

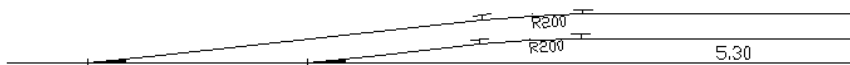



Рисунок 1.42 – Завершение работы инструмента установки междупутья

1.5.4 Установка номера стрелочного перевода

Номер стрелочного перевода устанавливается сразу за этапом его проектирования посредством вызова инструмента . Активизация данного инструмента приводит к последовательности операций, связанных с указанием объекта и номера стрелочного перевода (рисунок 1.43).

Положение номера перевода можно изменять с помощью типовых инструментов AutoCAD (например, «Изменить» - «Двигать»).

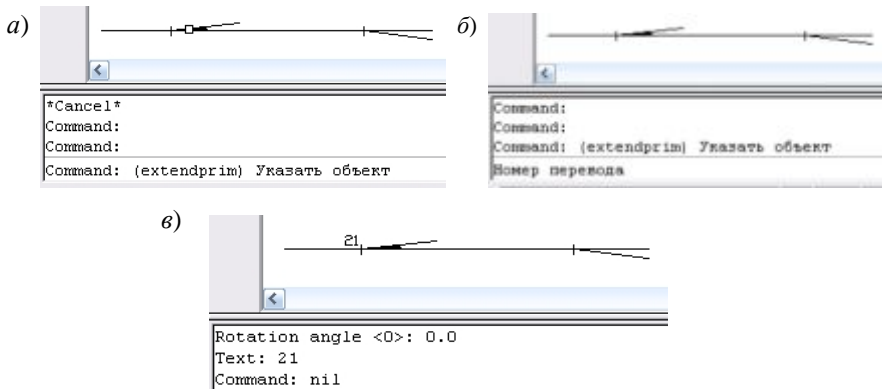


Рисунок 1.43 – Этапы работы инструмента:
а – выбор объекта; б – указание номера перевода;
в – установка номера перевода

1.6 Другие возможности САПР ЖС

1.6.1 Вывод атрибутов запроектированных объектов


В процессе проектирования можно контролировать положение станционных объектов с выводом основных атрибутов посредством использования инструмента . Активизация данного инструмента приводит к формированию запроса в командной строке «Указать на элемент путевого развития» (рисунок 1.44).



Рисунок 1.44 – Определение параметров элементов

Если отметить стрелочный перевод 15 нажатием клавиши <ENTER>, то на экран дисплея будет выведено информационное окно (рисунок 1.45).

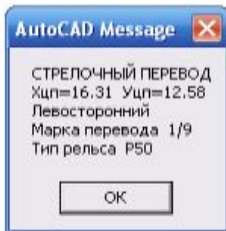



Рисунок 1.45 – Данные по объекту проектирования

Аналогично данный инструмент можно использовать для получения сведений по различным участкам станционных путей.

1.6.2 Получение координат центров стрелочных переводов

Для плана железнодорожной станции или ее фрагмента, запроектированного в среде САПР ЖС, посредством инструмента  можно сформировать координатную сетку с выводом положений всех центров стрелочных переводов (рисунки 1.46, 1.47).

Наименование элементов и их координаты выносятся в сетку по створу (вертикальным линиям, проведенным от центров стрелочных переводов до места их фиксации в сетке). Поэтому при совпадении нескольких стрелочных переводов (например, ЦП27, ЦП33, ЦП23, ЦП31 на рисунке 1.46) возможны накладки соответствующих тестовых записей. После установки в САПР ЖС координатной сетки положение этих записей следует корректировать вручную (ЦП17, ЦП25, ЦП19 на рисунке 1.47).

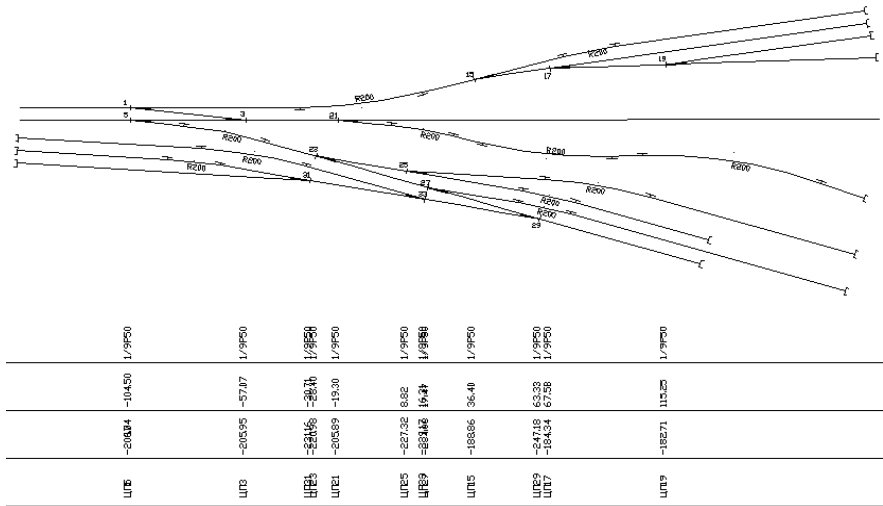


Рисунок 1.46 – Координирование стрелочных переводов

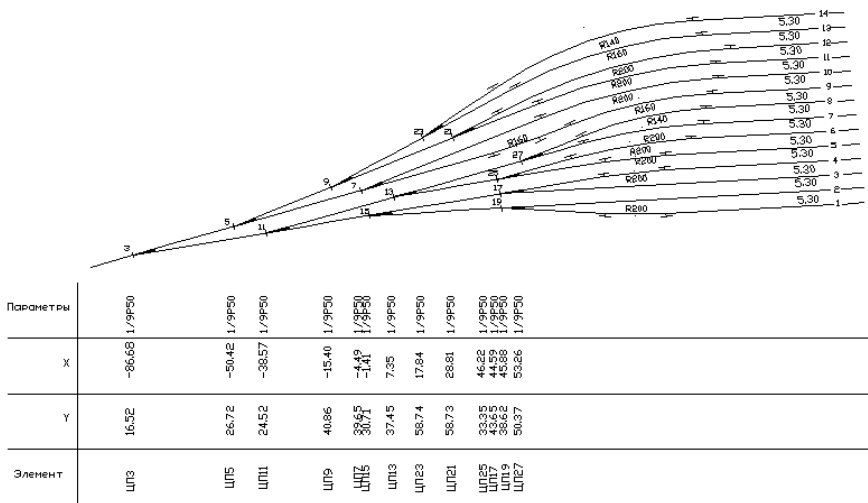



Рисунок 1.47 – Объекты проектирования горловины в координатной сетке после исправления накладок их положения

Деинсталляция (удаление) координатной сетки производится с помощью инструмента .

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРЕЛОЧНЫХ УЛИЦ И ГОРЛОВИН В САПР ЖС

2.1 Укладка стрелочных переводов по схемам взаимного расположения

Среда автоматизированного проектирования станций содержит несколько базовых эпюр стрелочных переводов (см. п. 1.2.2 и таблицу 1.1). Вызов конкретного инструмента укладки перевода требует указания точки привязки на плане и ориентации проектируемого объекта. Стрелочный перевод может быть присоединен к выбранной точке одним из своих конструктивных элементов – передним стыком рамного рельса, задними стыками крестовины по прямому или боковому пути (см. рисунок 1.4). Контрольная точка присоединения стрелочного перевода может быть ориентирована под любым углом. Программная среда проектирования определяет данный угол, под которым располагается вызываемый из базы данных стрелочный перевод (рисунок 2.1).

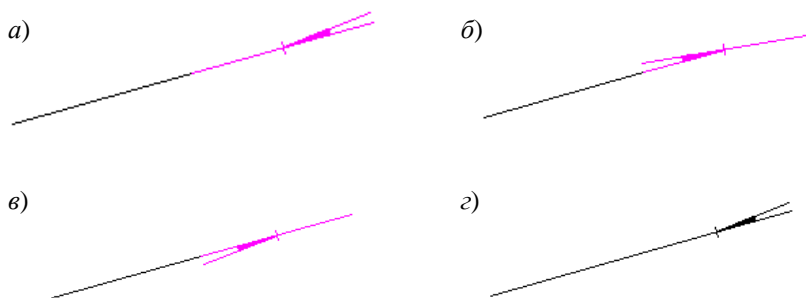


Рисунок 2.1 – Укладка стрелочного перевода под углом предыдущего элемента с примыканием: *а* – передним стыком рамного рельса; *б* – задним стыком крестовины по прямому пути; *в* – задним стыком крестовины по боковому пути; *г* – выбор проектировщика

После укладки стрелочного перевода необходимо определить его номер с помощью соответствующего инструмента САПР ЖС (см. п. 1.5.4).

Примыкание нового стрелочного перевода к предыдущему производится по типовым схемам взаимного расположения, которые распознаются САПР ЖС при выборе точки присоединения стрелочного перевода, принадлежащей предыдущему. Автоматический режим работы САПР ЖС обеспечивает расчет средней проектирования величины прямой вставки d или f между стрелочными переводами и укладки нового перевода к концу участка прямой вставки (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Укладка стрелочных переводов 7 и 9 по схемам взаимного расположения относительно перевода 5

Расстояние между центрами стрелочных переводов 5 и 7 заметно больше соответствующего расстояния между центрами 5 и 9, так как

$$L_{ЦП5-ЦП7} = e \cdot \operatorname{ctg}\alpha = b_{\text{стр}5} + f + a_{\text{стр}7}, L_{ЦП5-ЦП9} = b_{\text{стр}5} + d + a_{\text{стр}9}.$$

2.2 Укладка стрелочной улицы

Последовательный вызов требуемых типов стрелочных переводов (марок 1/6, 1/9, 1/11; левосторонних и правосторонних; типов рельсов Р50 и Р65) позволяет проектировать стрелочные улицы любой сложности (рисунок 2.3).

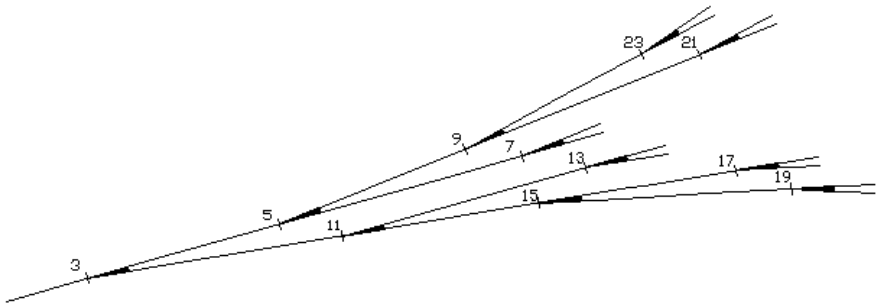


Рисунок 2.3 – Проектирование комбинированной стрелочной улицы в САПР ЖС

Так как все элементы в САПР ЖС рассматриваются как объекты, то каждый новый объект пути, присоединяемый к предыдущему объекту пути, объединяется в один общий станционный объект (рисунок 2.4).

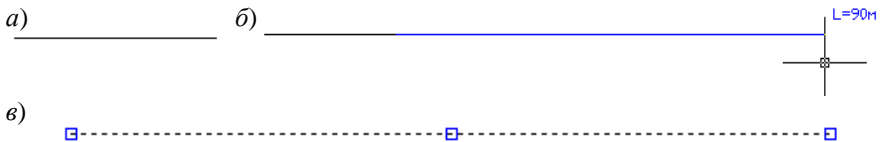


Рисунок 2.4 – Этапы укладки пути: а – исходный участок пути; б – проектирование нового элемента длиной 30 м; в – итог проектной работы при выделении полученного объекта

2.3 Укладка горловины парка

Укладка участков пути различной длины и кривизны (см. п. 1.2.3) в сочетании с инструментами проектирования стрелочных переводов позволяет формировать горловины станционных парков (рисунок 2.5).

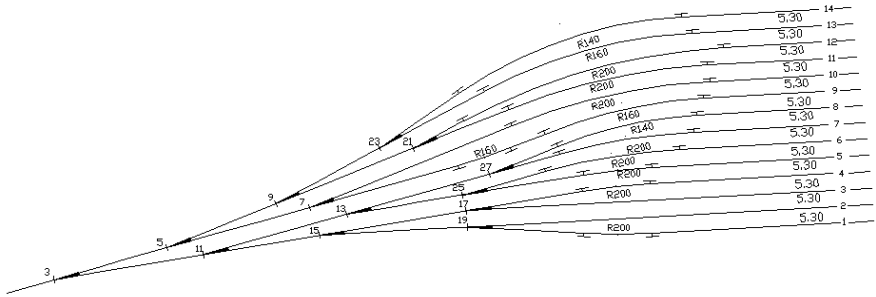







Рисунок 2.5 – Проектирование горловины парка в САПР ЖС

Полученная схема горловины представляет собой увязку 14 парковых путей левосторонними и правосторонними стрелочными переводами марки 1/9 типа рельсов Р50. Все парковые пути параллельны с постоянным междупутьем, равным 5,30 м. Используемые радиусы кривых 200, 160 и 140 м.

Последовательность этапов по построению данной горловины следующая.



1. Укладка всех стрелочных переводов по взаимному расположению с вызовом инструментов  и .



2. Принимаем, что продольная ось парка совпадает с осью пути 2. Данный путь легко получить по построению стрелочной улицы, продляя прямой путь от перевода 19 с использованием инструмента .





3. Ось пути 2 является основой для укладки всех остальных парковых путей, параллельных пути 2. Для выполнения данной проектной операции используется инструмент . Следует обратить внимание на возможность предварительного использования инструмента установки величины междупутья , если его текущее значение отличается от $e = 5,30$ м.

4. С помощью инструмента  увеличиваем длины всех путей 1–14 в сторону стрелочной улицы.




5. Используя этот же инструмент, выводим участки путей от всех стрелочных переводов в сторону станционных путей для последующего сопряжения.


6. Сопрягаем соответствующие пары путей от 1 до 7 с использованием инструмента . Предварительно необходимо убедиться, что текущий радиус кривой определен значением $R = 200$ м. В противном случае применяем инструмент .


7. Угол поворота по боковому пути стрелочного перевода 27 относительно стрелочного перевода 19 по прямому пути составляет $2\alpha_{1,9}$, что приводит к проектированию достаточно большой кривой, выходящей на путь 8. Попытка укладки сопрягающей кривой радиусом $R = 200$ м с использованием инструмента  безуспешна. Данная команда САПР ЖС не выполняется из-за большого значения радиуса кривой, не вписывающейся в соответствующие сопрягаемые участки путей. Последовательно уменьшая радиус кривой от 200 до 140 м (200, 180, 160, 140 м), с помощью инструмента  производим сопряжение с выходом на путь 8.

9. Выход от стрелки 7 на путь 9 может быть запроектирован только с помощью s -образной кривой. Для этого необходимо уложить прямой участок пути, параллельный вставке между задним стыком крестовины стрелки 27 и началом кривой, выходящей на путь 8. Вызываем инструмент , указываем на данную прямую вставку и укладываем на расстоянии $e = 5,30$ м участок пути, выходящий на путь 9. С помощью инструмента сопряжения  и выбора величины радиуса кривой  устанавливаем, что с выходом на путь 9 может быть уложена кривая $R = 160$ м. Укладываем участок прямого пути с помощью инструмента  от стрелки 7 и сопрягаем соответствующие участки путей кривой $R = 160$ м.

10. Проектируем участки путей от стрелки 7 по боковому пути и стрелки 21 и укладываем кривые $R = 200$ м с выходом на пути 10–12.



11. От стрелочного перевода 23 вычерчиваем прямые участки путей с помощью инструмента  и, варьируя инструментами  и , определяем, что выходы на пути 13 и 14 обеспечиваются кривыми соответственно $R = 160$ м и $R = 140$ м.

12. Все величины междупутей устанавливаются посредством инструмента .



13. Нумерация путей обеспечивается инструментом САПР ЖС .






2.4 Проектирование станционных парков

Парк станции проектируется в САПР ЖС как структура тех объектных подсистем: двух горловин и непосредственно станционных путей. После проектирования первой горловины переход к другой осуществляется через минимальный по полезной длине станционный путь данного парка. Для

примера горловины рисунка 2.5 определяем, что возможный минимальный по полезной длине может быть путь 7. Замечаем, что в полезную длину данного пути включаются уже запроектированные участки прямой и кривой. С помощью инструмента  находим их длины, и при известной полезной длине парковых путей (например, 850 м) вызываем инструмент проектирования прямого пути  (обращаем внимание, что вызывается инструмент обеспечивает проектирование без динамического выбора длины). В командной строке на запрос «Ввести длину пути» указываем полезную длину за вычетом уже имеющейся. В результате к существующему плану добавляется новый стационарный путь заданной длины.

Следует обратить внимание, что длина пути, соединяющего две горловины, многократно превышает длину самой горловины. Это создает определенные трудности в восприятии запроектированной структуры (на экране дисплея кроме одного пути ничего не отражается, так как исходная горловина находится за пределами области экрана дисплея). Применение операций зуммирования и скроллинга позволяет выбрать соответствующий масштаб проектируемых объектов.

Проектирование второй горловины парка производится по предлагаемой методике. Если проектируемый парк является приемоотправочным, сортировочно-отправочным или транзитным, то с помощью инструментов САПР ЖС   устанавливается специализация соответствующих путей.

Первый путь, который укладывается как связующий двух горловин парка, является направляющим при проектировании остальных парковых элементов посредством вызова инструмента САПР ЖС . Междупутья, которые были определены в первой горловине парка, сохраняются по всей длине проектируемых путей. Если необходимо изменить значения междупутий, то требуется последовательное использование инструментов , , а также  и  для проектирования параллельного смещения путей.

Установка величин междупутий и нумерации путей не требуется, так как в горловине парка эти параметры уже зафиксированы с применением соответствующих инструментов. Наименование парка производится с помощью стандартных функций AutoCAD с вычерчиванием прямоугольника и заливкой его белым цветом (рисунок 2.6).

В схемное решение парка целесообразно включать только переводы стрелочной улицы, образующей горловину данного парка, что позволит хранить полученный цифровой план парка как файловую структуру, не включающую стрелок смежного парка.

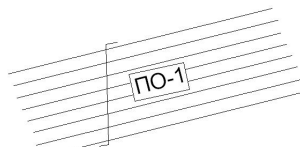


Рисунок 2.6 – Обозначение парка в AutoCAD

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ В СРЕДЕ САПР ЖС

Последовательная укладка элементов горловин, отдельных парков и соединительных путей позволяет формировать полную структуру объектов путевого развития и технического оснащения железнодорожной станции. Полученный масштабный план может быть изменен инструментами САПР ЖС и AutoCAD. При определенных навыках работы с помощью данной профильной оболочки автоматизации проектирования можно наносить на существующий масштабный план варианты переустройства горловин и парков, выделяя отдельные проектируемые структуры различными цветами и типами линий. Объектная компоновка масштабного плана выгодно отличается САПР ЖС от цифрового черчения с использованием только инструментов среды AutoCAD.

3.1 Модульная схема формирования цифровых планов станций

В среде САПР ЖС возможна реализация блочной структуры путевого развития станции. В этом случае разрабатываются отдельные парки с полным набором соответствующих объектов и записываются в отдельные файлы формата AutoCAD с удобной схемой хранения (рисунок 3.1).

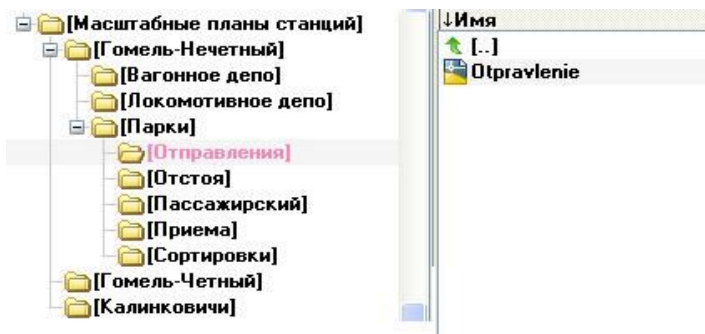


Рисунок 3.1 – Файловая структура хранения станционных объектов

Компоновка масштабного плана станции состоит в объединении отдельных блоков в полноразмерную масштабную конструкцию станции. Следует отметить, что исходная разработка цифрового плана станции в одном файле достаточно трудоемка по следующим причинам:

1. Подготовка плана сортировочной или участковой станции может потребовать достаточно большого времени (особенно при малом опыте работы с САПР ЖС). Многочисленные открытия и закрытия файла чертежа с увеличивающимся количеством графических элементов (например, длин-

ных путей, увязка которых оказывается различной при значительном увеличении станционных структур) требует использования непроектируемых операций перемещения на экране дисплея уже запроектированных станционных структур. По мере увеличения мощности станционных структур с парками, соединительными путями, платформами постоянное зуммирование (уменьшение и увеличение графического изображения) и скроллинг (протягивание схемы влево и вправо, вверх и вниз) становятся обязательными операциями, резко снижающие общую производительность труда проектировщика.

2. Хранение путевого развития станции в одном файле исключает или затрудняет работу по переустройству одного парка. Если записан файл, например, P1em.dwg, то его можно открыть и разрабатывать вариант переустройства данного парка приема, не отыскивая его на общей схеме станции.

3. Фиксация цифровых структур в отдельных файлах обладает большей устойчивостью к сохранности электронного аналога, так как восстановить утерянный цифровой план парка легче, чем всей станции.

Таким образом, при модульной технологии разработки цифрового плана станции отдельные его части записываются как блоки, из которых формируется единая, полная структура путевого развития и технического оснащения раздельного пункта.

Исходной базой для масштабного плана станции является немасштабная схема со всеми элементами инфраструктуры, сопроводительными условными изображениями и необходимыми надписями. Данную немасштабную схему целесообразно разделить на группы объектов, входящих в отдельный файл. Эти группы рекомендуется формировать таким образом, чтобы цифровой план каждого станционного парка сохранялся в некотором файле. Важно определить границы связи отдельных парков, чтобы впоследствии можно было без накладок и разрывов путевого развития из нескольких различных блоков, хранящихся в файлах, собрать единый масштабный план станции. Такими связующими пунктами, называемыми *комбинативными точками*, являются контрольные точки стрелочных переводов (передний стык рамного рельса или задний стык крестовины горловины). Количество комбинативной точек в файле, сохраняющих некоторую структуру масштабного путевого развития может быть равным 0 (в файле хранится вся структура станции), 1 (содержит парк с выходом на перегон), 2 (включает парк со связующими точками двух других подсистем). В особо сложных структурах выделенный блок может содержать три и более комбинативных точек.

Разделение не масштабной схемы на блоки должно проводиться вместе с операцией выделения комбинативных точек, которые следует фиксировать на схеме условными знаками CP (combination punkt) с соответствующими

щим номером (CP_1, CP_2, CP_3, \dots). Комбинативная точка является границей блока и принадлежит ему. Поэтому при разметке схемы станций необходимо указывать, какому блоку относится CP_i . Для этого следует нумеровать блоки условными текстовыми позициями BL_1, BL_2, BL_3, \dots . Тогда комбинативные точки получают двойной индекс указывающий на принадлежность к блоку и определяющий номер точки в данном блоке. Например, CP_1^2 означает, что производится некоторая операция со второй комбинативной точкой первого блока. (Нижний индекс называется контравариантный, верхний – конвариантным. В данном случае происходит считывание информации с приоритетом контравариантного индекса).

Проектирование плана станции по размеченной схеме с записью отдельных станционных подсистем в блоки производится последовательно с переходом от одной точки связи к другой. Все блоки с разрывами, выходящими на путевое развитие, отображаемое в других блоках, должны ограничиваться комбинативной точками. Это значит, что при связи блоков BL_1 и BL_2 должны сливаться в одну соответствующие комбинативные точки (например, CP_1^2 и CP_2^1) (рисунок 3.2).

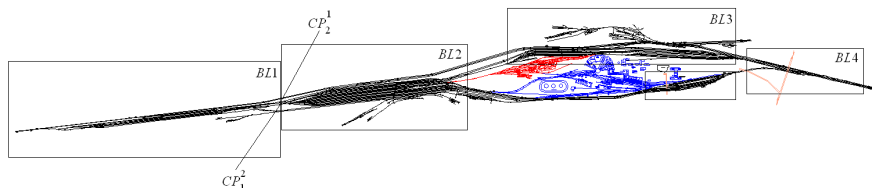


Рисунок 3.2 – Объединение комбинативных точек

Таким образом, после проектирования масштабного плана в САПР ЖС с записью путевого развития станционных подсистем в блоки необходимо сформировать *таблицу связи комбинативной точек*. Данную таблицу следует хранить вместе с блоками парков и других объектов станции. Это позволит в дальнейшем при необходимости разработки вариантов реконструкции станции при модификации путевого развития одного из блоков корректно восстановить полный план путевого развития отдельного пункта. При этом следует обратить внимание на то, что после завершения цифрового масштабного плана переустройства станции необходимо провести соответствующие изменения в таблице комбинативных точек. Однако это не значит, что нужно исключить старые точки с заменой их новыми. Таблица комбинативных точек варианта переустройства содержит два слоя точек – существующих и проектируемых. Поэтому в такой таблицы существующие точки не изменяются (и не исключаются), а красным цветом (как и вычерчиваемый вариант переустройства) добавляются новые комбинативные точ-

ки. Если на цифровом плане станции представляются два и более вариантов переустройства, то сохраняются цвета вариантов проектируемых реконструкции и комбинативных точек в соответствующей таблице. Разработка таблицы комбинативной точек по вариантам переустройства станции называется *раскраской*. Раскрашенную таблицу комбинативных признаков необходимо разрабатывать как текстовую структуру AutoCAD, где соответствующие примитивы будут иметь требуемый цвет. Выполнение этого условия позволит в дальнейшем автоматизировать процесс сборки цифрового масштабного плана по отдельным файлам путевого развития станционных подсистем. Таблица раскрашенных комбинативных точек определит однозначные связи отдельных позиций объектов для существующих и проектируемых структур без потери общности соответствующих вариантов.

Особо следует отметить возможность автоматизации разработки масштабного плана по данным объектной немасштабной схемы станции. Если по каждому стрелочному переводу, участку пути, станционным устройствам и сооружениям на немасштабной схеме определить все характерные атрибуты, в полной мере описывающие состояние объектов, то доказано, что такая информационная характеристика объектов позволяет в автоматическом режиме сгенерировать соответствующий масштабный план. Программное воспроизведение масштабного плана может быть выполнено с использованием инструментария предлагаемой САПР ЖС. Однако такой алгоритм очень сложен, изобилует многочисленными специфическими особенностями и требует использования достаточно изощренных вычислительных приемов. Кроме того, объектная немасштабная схема должна быть подготовлена с соблюдением целого ряда требований к информационному наполнению структуры объектов. В данном случае речь идет о развитии *систем автоматизации проектирования второго рода*, когда разрабатываемые информационные среды основываются на существующих, являющихся модульными структурами реконструкций следующего уровня интеграции. Таким образом, САПР ЖС может стать инструментальной оболочкой системы автоматического репродуцирование масштабного плана станции без участия проектировщика, либо с весьма ограниченными функциями выбора вариантов реконструкции принятия решений по схемным преобразованиям путевого развития.

Системы автоматизации проектирования второго рода (САПР II) будут обладать определенным искусственным интеллектом, обеспечивающим выбор необходимых инструментов в САПР ЖС с использованием адаптивных алгоритмов. Важно обратить внимание на то, что немасштабные схемы лишь топологически эквивалентны масштабным планам (они подобны реальному образу путевого развития и технического оснащения). Если план станции отражает точное положение объектов с сохранением всех длин

кривых и их радиусов, то соответствующий схемный аналог отражает только правильное взаимное расположение стрелочных переводов, выпрямляя и выравнивая пути. Подобная практика отражения станционной структуры на схеме является типовой. Это связано с тем, что немасштабная схема станции в таком виде имеет достаточно важное функциональное назначение. Она используется как удобный, упрощенный, стилизованный образ реального инфраструктурного развития отдельного пункта, позволяющий решать целый ряд оперативных, проектных, административных и других задач. Достаточно важным является свойство немасштабной схемы, позволяющее компактно располагать пути и сооружения в чертежном исполнении без кривых и длинных участков путей, приводящих к весьма разветвленной структуре с большой площадью, занимаемой объектами. Искусственная стягивание длинных элементов, исключение кривых приводит к визуально комфортной, легко охватываемой взглядом схеме, не противоречащей технологической связности и сохраняющей функциональную организацию системы. Сопоставление реальных схем и планов железнодорожных станций показывает, что при полной топологической эквивалентности они отличаются геометрически друг от друга тем более, чем значительнее и мощнее путевое развитие и техническое оснащение станции. Таким образом, схемы и планы разъездов и промежуточных станций визуально более похожи, чем соответствующие сравниваемые аналоги различных сортировочных и участковых станций. Поэтому для корректного восстановления масштабного плана станции на основании только данных масштабной схемы требуется дополнительная информация о так называемых, скрытых объектах, не отображаемых на схемах, но присутствующих в связанном с ней плане.

Следует учитывать, что схема станции рассматривается как информационная структура, но не на бумаге, а получаемая в некотором графическом редакторе (Corel, AutoCAD, Visio и др.). Цифровая схема станции также должна быть объектной. Это значит, что вся видимая геометрическая структура путевого развития и технического оснащения станции получена посредством связи отдельных графических примитивов (стрелочных переводов, участков путей, светофоров), а не абстрактных, ничего не значащих нетехнологичных отрезков, дуг, полилиний и др. Именно такой структурный объектный аналог, называемый цифровой немасштабной схемой, рассматривается как исходный информационный материал для автоматической реставрации цифрового масштабного плана с возможностью использования САПР второго рода. Объекты цифровой схемы станции неявно обладают определенными свойствами, позволяющими восстановить скрытые объекты, которые могут быть двух типов. Первый тип скрытых объектов связан с неточной характеристикой отдельных структур. Например, объект схемы

станции «прямой участок пути» имеет условную длину в 20 единиц, соотносимую с реальной длиной 852 м. В то же время другой такой же объект схемы с такими же двадцатью единицами условной длины сопоставляется с аналогичным объектом плана, имеющим длину 147 м. Поэтому каждый объект схемы имеет дополнительный атрибут, именуемый *масштабным индексом*, позволяющим точно определить требуемую длину связанного объекта плана.

Второй тип скрытых объектов определяет дополнительные структуры, интегрируемые в цифровую среду плана. Они разделяются на модифицирующие и репродуцирующие. Модифицирующие скрытые объекты второго типа позволяют восстановить кривые участки пути масштабного плана из прямых немасштабной схемы. Если некоторый объект цифровой схемы «прямой участок пути» имеет дополнительный атрибут «радиус», то это значит, что в определенных целях реальная кривая на схеме отображена как прямая, и для ее реконструкции в масштабном плане достаточно прямой участок трансформировать в криволинейный с восстановлением значений параметров скрытой области данных.

Репродуцирующие скрытые объекты второго типа воспроизводятся из атрибутов существующих объектов цифровой немасштабной схемы. Если некоторый объект масштабного плана отсутствует на цифровом аналоге схемы (например, кривая), то воспроизвести ее на цифровом плане при автоматической генерации из схемы можно, если в базе данных конкретного объекта схемы определить атрибут, указывающий на отсутствующий объект плана, связанный геометрически с данным объектом схемы. Такая процедура позволяет «раздвинуть» существующие объекты схемы и вставить новый с обеспечением связности всей структурой путевого развития и корректного образа цифрового масштабного плана. Практическая реализация программного продукта уровня САПР II позволит сформировать правильную геометрию расположения объектов в кривых, не существующих на чертежах цифровых схем, программно записанных в скрытую область данных. Таким образом, формируется *генерализованная инфосреда* с интегральным банком данных, способным воспроизвести либо немасштабную схему, либо масштабный план, которые являются по сути лишь способом представления результатов информационного прототипирования структуры станции.

Более высоким уровнем интеграции работы с САПР II может быть воспроизведение трехмерной модели масштабного или немасштабного вида железнодорожной станции. В таком развитии модельного конструирования отдельных пунктов наблюдается все более сложные и совершенные аналоги, воспроизводящие реальные прототипы. Эту линейку прогрессирующего информационного проектирования можно развивать далее. Например, дополняя 3D-план станции расположением на путях вагонов, формируя дина-

мическую среду, регенерирующую через некоторый расчётный промежуток времени изменения положения вагонов на путях, моделируя изменения состояния объектов, рассчитывая деформации пути из-за переменных нагрузок от подвижного состава и т. д.

Области применения систем автоматизированного и автоматического проектирования железнодорожных станций ограничивается только требованиями практики и фантазией исследователей. Информационные технологии в этом направлении открывают широкие возможности практического применения. Многие проектные задачи, связанные с расчетом сложных конструкций путевого развития (безопасное сопряжение элементов кривых в плане и профиле при вписывании в них сцепов из длиннобазных вагонов, негативные изменения продольного профиля спускной части сортировочной горки при различной структуре расформируемого потока и др.) можно будет эффективно решать на моделях станции, реализованных в САПР II.

3.2. Использование САПР ЖС для разработки вариантов переустройства цифрового плана станции

Переустройство станции на масштабном цифровом плане целесообразно выполнять в размерах фрагмента площадки, подверженной реконструкции. Например, если требуется разработать вариант удлинения путей сортировочного парка, то все предполагаемые технические меры по изменению длины существующих путей следует выполнять на чертеже этого парка, а не станции в целом. При необходимости перекладки съездов в горловине и связанной реконструкции в отправочном парке необходимо план переустройства производить на чертеже, включающем только сортировочный и отправочный парки.

Программный продукт САПР ЖС предназначен для автоматизации проектирования новых станций. Однако некоторые его возможности могут быть использованы для подготовки масштабных планов переустройства. Так как и путевое развитие варианта реконструкции выделяется другим цветом (как правило, красным) или большей толщиной линий, то блоки стрелочных переводов, закрепляемых на текущем слое только чёрным цветом, необходимо модифицировать.

Средствами САПР ЖС укладывается стрелочный перевод как этап дальнейшего развития станции. После его отображения на рабочем поле цифрового плана необходимо получить доступ к свойствам данного объекта. Для этого можно воспользоваться командой AutoCAD «Explode», которая выполняется с выделением соответствующего блока стрелочного перевода, подлежащего изменению цвета. В результате выполнения данной команды стрелочный перевод распадается на составные элементы с визуализацией некоторых скрытых свойств, которым принадлежат номера точек присоеди-

нения стрелочных переводов (NUMBER1, NUMBER2, NUMBER3). Эти номера следует удалить и после выделения геометрических примитивов, составляющих стрелочный перевод, изменить их цвет на красный с помощью инструментов AutoCAD. Участки путей, укладываемых по варианту переустройства, также изменяются по цвету посредством типовых команд AutoCAD. Установка сигналов, величин между пути нумерации путей и стрелочных переводов может быть выполнена в САПР ЖС и стилизована средствами AutoCAD. Пример переустройства горловины станции приведен на рисунке 3.3.

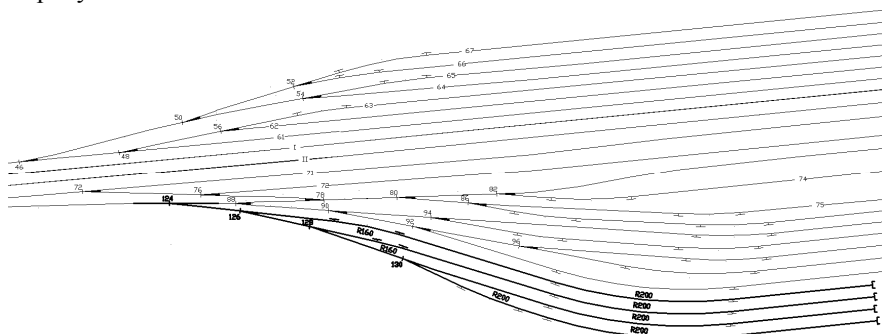


Рисунок 3.3 – Реконструкция парка в связи с увеличением числа путей

Реконструируемое путевое развитие парка представлено штриховыми линиями.

Вариант реконструкции станции можно хранить в отдельном файле. Границами связи с существующим путевым развитием могут быть соответствующие комбинативные точки, фиксирующие переход от одного блока станционной структуры к связанному с ним второму блоку. В файловой структуре хранения цифровых планов (см. рисунок 3.1) рекомендуется формировать общую папку «Переустройство» с последующей организацией системы вложенных файлов блоков *BL1*, *BL2*, ...

Реконструкция цифровых планов железнодорожных станций в САПР ЖС требует разработки специального программного продукта автоматизации проектирования переустройства. Инструментарий такой среды должен распознавать существующее путевое развитие с выделением возможных «точек роста» новой структуры. Такими точками являются начала кривых, упоры тупиковых путей, передние стыки рамных рельсов и задние стыки крестовин переводов. Кроме того, в результате переустройства на цифровом плане станции формируется фрагмент путевое развития, подлежащего разборке («блок демонтажа»). Эти особенности составляют основу среды автоматизации проектирования переустройства станции (САПР ПС).

4 ЗАДАЧИ

- 1 Запроектировать сопряжение двух станционных путей под углом 90° с радиусом круговой кривой $R = 200$ м. С помощью инструментов САПР ЖС определить длину полученной кривой.
- 2 Графически определить требуемое количество стрелочных переводов, необходимых для поворота пути с соблюдением условий задачи 1.
- 3 Запроектировать веерные стрелочные улицы на 5 путей (неконцентрическую и концентрическую) при $R = 200$ м. Определить длины данных стрелочных улиц.
- 4 Связать 5 путей парка в горловину с использованием стрелочной улицы под маркой крестовины 2α .
- 5 Запроектировать в САПР ЖС соединение двух параллельных путей стрелочным переводом марки $1/9$ с междупутьем $e = 7,50$ м. С помощью соответствующих инструментов определить величину прямой вставки f между задним стыком крестовины стрелочного перевода и началом кривой.
- 6 Запроектировать параллельное смещение двух путей и определить длину соединения для междупутий $e_1 = 6,50$ м и $e_2 = 10,60$ м.
- 7 Уложить масштабный план горловины по схеме рисунка 1.46 при всех $\alpha = 1/9$ и $e = 5,30$ м, а между путями 8 и 9 $e = 6,50$ м.
- 8 Как изменится план горловины рисунка 1.46 при $R = 200$ м для сопряжений всех путей? Объяснить полученный результат действия соответствующих инструментов САПР ЖС.
- 9 Разработать масштабный план приемоотправочного парка как модульной структуры на 6 путей при $e = 5,30$ м $L_{\text{пол}} = 850$ м.
- 10 Решить задачу 9 при масштабной укладке парка всех станционных путей в кривых $R = 500$ м.
- 11 Используя инструменты САПР ЖС, определить и построить гистограммы длин парковых путей для задачи 9.
- 12 Уложить 10 путей парка на площади, исключаяющей расположение путей внутри парка из-за наличия круглого водоема, по размерам имеющий диаметр 80 м.
- 13 Запроектировать план трех парков с полезными длинами всех путей не менее 850 м, укладываемых на ограниченной площадке, на которой исключается укладка путей равностороннего треугольника.
- 14 Вычислить максимальную величину радиуса кривой на пути 14 для горловины, уложенной согласно рисунку 2.5. Марки крестовин всех стрелочных переводов принять равными $1/9$.
- 15 Какие максимальные радиусы круговых кривых можно уложить в схеме рисунка 2.5 для пути 9?
- 16 Каким может быть алгоритм программной установки выходного сигнала у станционного пути?

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Почему САПР ЖС работает только после загрузки AutoCAD?
- 2 Как распознать на экране дисплея, что загружена оболочка САПР ЖС?
- 3 Чем отличаются инструменты САПР ЖС от инструментов AutoCAD?
- 4 Какие параметры проектирования устанавливаются при загрузке САПР ЖС в пакетном режиме?
- 5 Что представляет собой графическое изображение стрелочного перевода в САПР ЖС?
- 5 Стрелочные переводы каких марок крестовин можно запроектировать в программной среде САПР ЖС?
- 6 Какая информация представляется в командной строке AutoCAD при загруженной оболочке САПР ЖС?
- 7 Что позволяет зафиксировать указание точки привязки при проектировании участка пути в САПР ЖС?
- 8 Как изменить ориентацию стрелочного перевода при вызове соответствующего изображения из базы данных и указании точки привязки?
- 9 В каких единицах вводится длина проектируемых в САПР ЖС путей?
- 10 Чем отличается динамическая укладка пути от статической?
- 11 Какие расчетные и проектные процедуры охватывает инструмент динамической укладки криволинейного пути?
- 12 Что означает запрос в командной строке AutoCAD «Select object to offset:» при выборе команды укладки участка пути, параллельного данному?
- 13 Почему инструмент сопряжения работает только для участков путей (его нельзя применять для элемента стрелочного перевода)?
- 14 Как отказаться от нумерации вершин углов поворота при использовании инструмента сопряжения путей?
- 15 Как отслеживается в САПР ЖС нумерация вершин углов поворота кривых?
- 16 Какой инструмент САПР ЖС позволяет уменьшить запроектированную ранее длину участка пути?
- 17 Можно ли с помощью какого-либо инструмента САПР ЖС координатно правильно зафиксировать положение и изображение предельного столбика?
- 18 Различает ли САПР ЖС схемы взаимного расположения стрелочных переводов?
- 19 Как установить в САПР ЖС выходной сигнал в полном соответствии с определенной схемой?
- 20 Какой инструмент используется для проектирования пассажирской платформы?
- 21 Специализация каких путей может быть установлена с помощью инструментов САПР ЖС?

- 22 Как изменить значение величины междупутья?
- 23 Какой инструмент САПР ЖС позволяет визуализировать значения параметров базы данных запроектированного объекта путевого развития станции?
- 24 Какой визуальный результат использования инструмента вывода координатной сетки?
- 25 Какой инструмент САПР ЖС можно использовать для установки значения запроектированного междупутья?
- 26 Можно ли использовать инструмент укладки пути, параллельного данному, для проектирования группы криволинейных участков пути?
- 27 Что включается в путевое развитие блока станционного парка?
- 28 Из каких файлов может состоять структура хранения цифрового масштабного плана станции в САПР ЖС?
- 29 Как оценить длину станционной площадки с запроектированным путевым развитием цифровой станции?
- 30 С помощью каких инструментов САПР ЖС и AutoCAD можно на чертеже плана указать текстовые фрагменты (наименование подходов к станции, примыкающих подъездных путей)?
- 31 Можно ли получить из цифрового масштабного плана станции немасштабную схему посредством инструмента AutoCAD «Масштабирование изображения»?
- 32 Какие проблемы возникают при использовании инструмента «Масштабирование изображения» с полученным графическим аналогом масштабного плана?
- 33 Чем отличается векторный объектный цифровой чертеж плана станции от сканированного изображения бумажного аналога?
- 34 Что достигается разделением отдельных объектов путевого развития станции по различным слоям AutoCAD?
- 35 Как записать некоторый полученный цифровой план парка станции в блок AutoCAD?
- 36 Что такое комбинативная точка блока цифрового плана железнодорожной станции?
- 37 Какие преимущества имеет схема хранения цифрового плана станции по электронным чертежам отдельных парков?
- 38 Что называется раскраской таблицы комбинативных точек вариантов переустройства цифрового плана станции?
- 39 Почему САПР ЖС не может в полном объеме использоваться как среда автоматизации переустройства станции?
- 40 Что собой могут представлять системы автоматизации проектирования железнодорожных станций второго рода?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное методическое пособие рассматривает комплекс проблем автоматизации проектирования железнодорожных станций. Следует указать на достаточную сложность таких проблем, решение которых связывается с использованием алгоритмически развитых и интеллектуальных информационных технологий. Эвристический подход к проектированию и реконструкции технически и технологически насыщенных транспортных систем, какими являются железнодорожные станции, определяет уникальность проектных решений. Масштабный план станции с координированием объектов по фиксированным позициям картографической подложки рассматривается как результат творческого процесса проектировщика-дизайнера, который использует САПР в качестве грамотного помощника, позволяющего ускорить проектный процесс благодаря быстрой обработке исходных данных, проведению соответствующих расчетов в фоновом режиме и др. Поэтому важно знать возможности профильных систем автоматизации проектирования, эффективно их применять и видеть перспективы дальнейшего развития. Рассматриваемый в пособии программный продукт САПР ЖС включает базовые функции проектирования основных объектов станции, позволяет хранить в памяти значения переменных (радиуса кривых, величины между-пути, категории пути, типа тяги, максимальной скорости движения пассажирских поездов), графические изображения (стрелочных переводов, сигналов, упоров тупиковых путей и др.). Предлагаемые в приложении А схемы горловин используются на практических занятиях как конструкторские варианты для получения навыков овладения инструментами САПР ЖС. В приложении Б приведен пример построения стрелочной горловины с использованием инструментов графической оболочки САПР ЖС.

Особо следует подчеркнуть открытый характер среды САПР ЖС. Программирование новых функций САПР ЖС, разработанной как надстройки к AutoCAD, достигается включением программных скриптов на многих языках программирования (AutoLISP, C++).

В главе 3 пособия отмечаются возможные концептуальные направления дальнейшего развития систем автоматизированного и автоматического проектирования железнодорожных станций. Обязательным условием эффективного использования САПР является объектное построение всех схем и планов станций. Соответствующие цифровые чертежи должны быть результатом связи графических изображений станционных объектов без применения геометрических примитивов. Только в этом случае появляется реальная возможность эффективного использования цифровых чертежей в практике работы для решения проектных и других задач. В технических отделах станции, НОД и управления дороги многие существующие планы и схемы станций представляют собой растровые изображения, в которых невозможно сохранять значимую информацию по отдельным путям и стрелочным переводам.

Материал данного пособия ориентирует мышление студента и будущего инженера-эксплуатационника на развитие образного представления о реальных станционных объектах. Схема и план станции должны быть максимально подобны своему прототипу. В этом отношении информационные технологии должны способствовать более эффективной проектировочной деятельности. В огромном мире цифровых возможностей следует искать такие, которые можно внедрять в практику реальной работы станции максимально быстро, максимально экономно и максимально производительно. Программная среда должна функционировать, имитируя действия проектировщика. Развитие прикладных САПР на базе AutoCAD является такой возможностью, позволяющей существенно повысить производительность труда людей, занятых проектировочной деятельностью в сфере транспортного проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

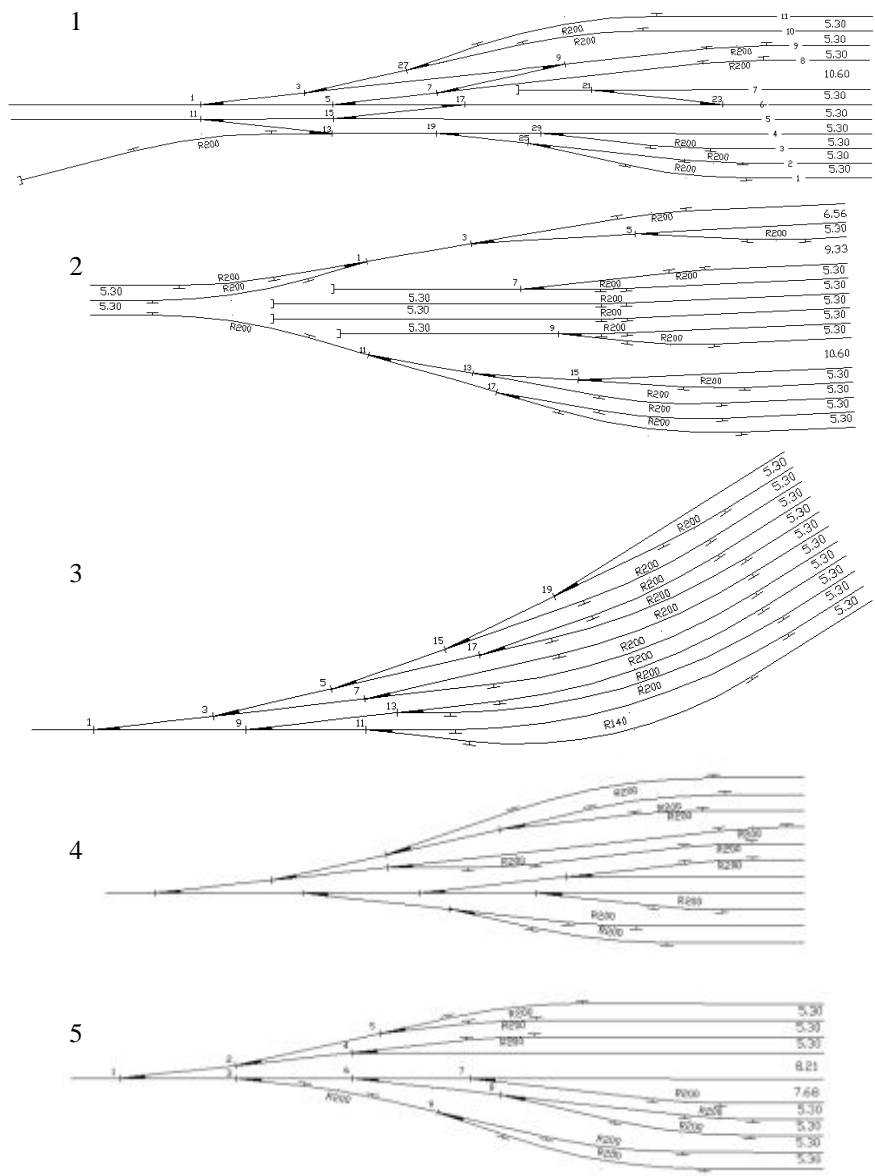
1 Железнодорожные станции и узлы : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.Г. Шубко [и др.]; под ред. В. Г. Шубко и Н. В. Правдина. – М. : Транспорт, 2002. – 368 с.

2 Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) / Н.В. Правдин [и др.]; под ред. Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко. – М. : Маршрут, 2015. – 649 с.

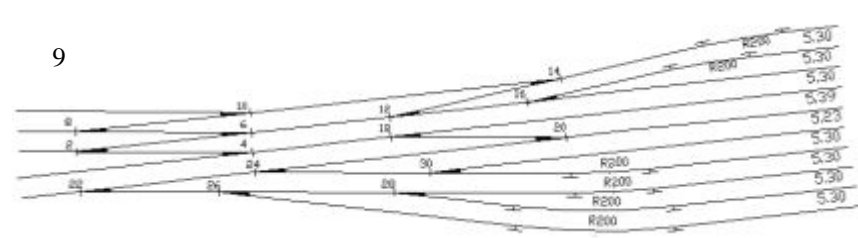
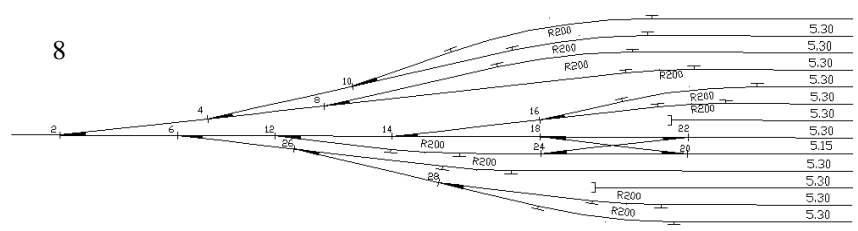
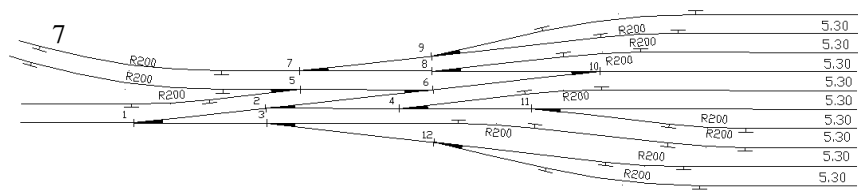
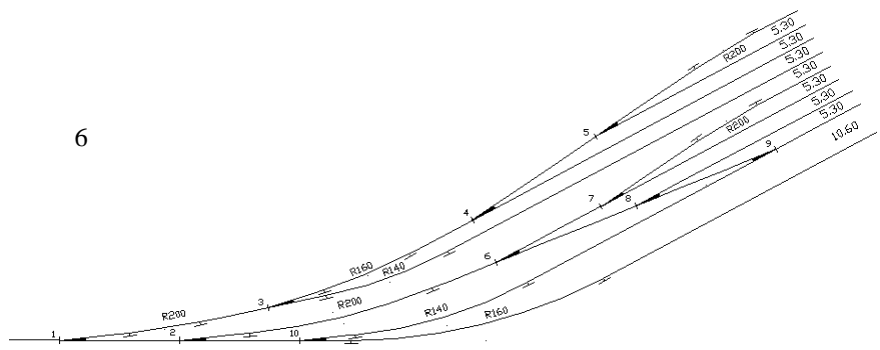
3 Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы) / Н. В. Правдин [и др.]; под ред. Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко. – М. : УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2011. – 1086 с.

4 Железнодорожные станции и узлы / В. И. Апатцев [и др.]; под ред. В. И. Апатцева и Ю. И. Ефименко. – М. : УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 855 с.

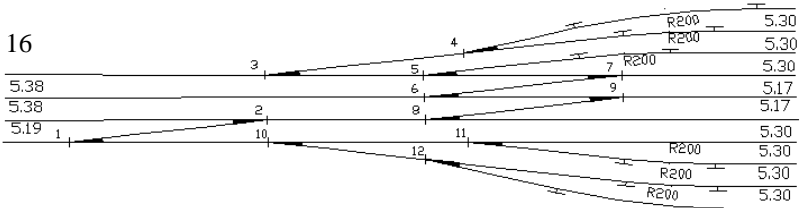
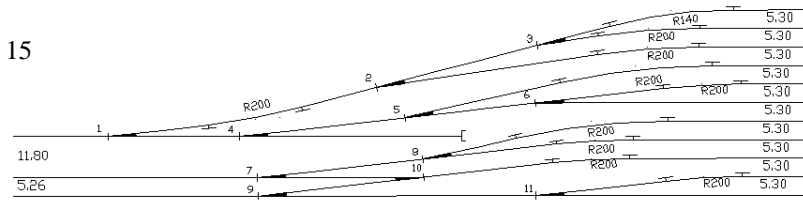
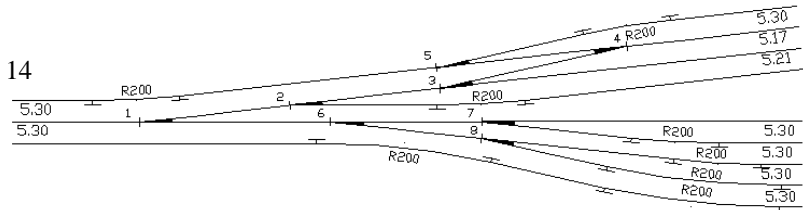
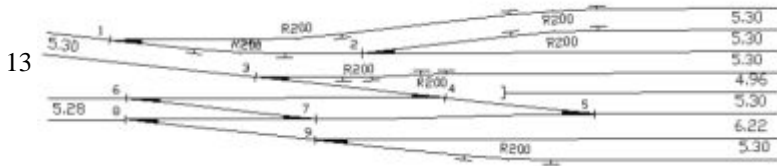
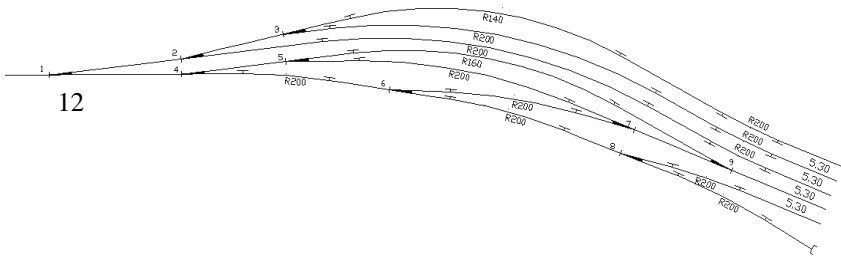
Варианты схем горловин станций



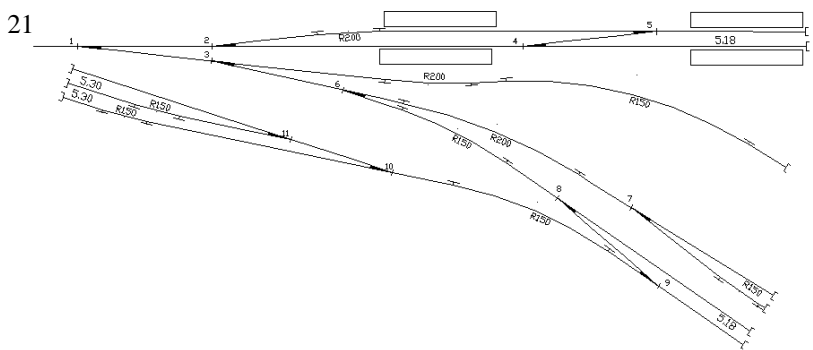
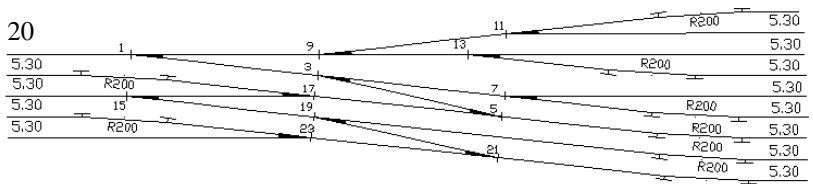
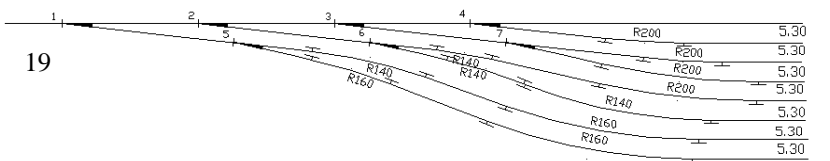
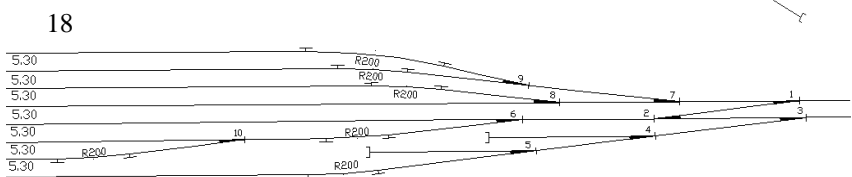
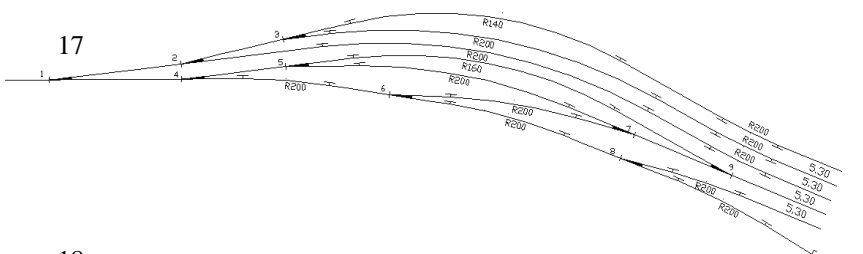
Продолжение приложения А



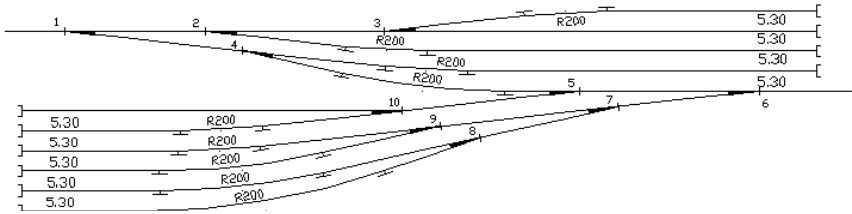
Продолжение приложения А



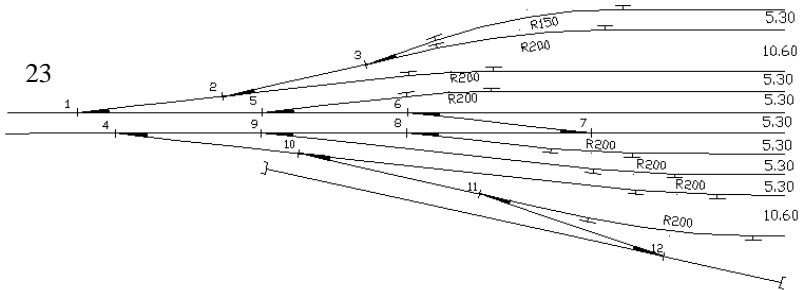
Продолжение приложения А



22



23



Пример разработки горловины в САПР ЖС

Рассмотрим последовательность проектных операций при формировании цифрового масштабного плана стрелочной горловины средствами САПР ЖС для схемного решения, представленного на рисунке Б1.



Рисунок Б1 – Схема стрелочной горловины

1 Начало построения данной горловины связано с укладкой параллельных парковых путей 1–6 с заданным междупутьем. Ось первого пути проводим, строго ориентируя его в горизонтальном положении. Для этого активизируем опцию «ОРТО» (рисунок Б2).

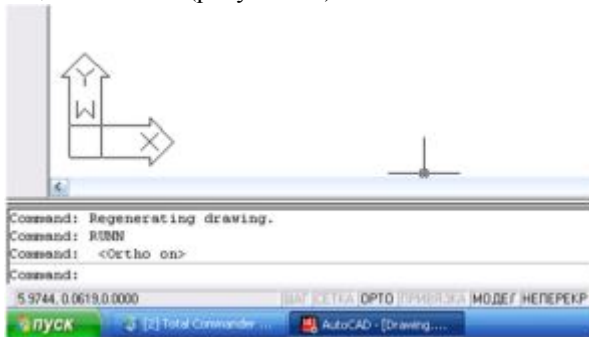


Рисунок Б2 – Активизация опции AutoCAD «ОРТО»


2 С помощью инструмента AutoCAD «LINE» проводим ось пути 1 длиной примерно 50 м.


3 Выключаем опцию «ОРТО».

4 Проверяем (или устанавливаем) значение междупутья, равного 5,30 м с помощью инструмента

5 Активизируем инструмент САПР ЖС («Укладка пути»), позволяющего вычертить участки прямого пути, параллельного данному, укладываемому на заданном расстоянии междупутья. Таким образом укладываем оси остальных 2–6 путей.


6 С привязкой к крайней левой точке пути 1 посредством инструмента САПР ЖС укладываем участок прямого пути длиной 50 м.


7 К конечной точке уложенного пути 1 производим привязку стрелочного перевода 12. Из базы переводов САПР ЖС выбираем «Правосторонний перевод 1/9 Р50»  и ориентируем его с помощью нажатия левой кнопки мыши в положении схемы рисунка Б1.

8 Устанавливаем номер перевода 12 с помощью инструмента .


9 По взаимному расположению стрелочных переводов с помощью указанных выше инструментов укладываем переводы 6, 26 и 28.


10 Устанавливаем номера данных стрелочных переводов.


11 По всем выходным точкам уложенных стрелочных переводов укладываем участки прямых путей посредством инструмента САПР ЖС . Их длины выбираем так, чтобы полученные участки можно было сопрягать с соответствующими парковыми путями.

12 С помощью инструмента  устанавливаем величину радиуса сопрягаемой круговой кривой, равной 200 м.

13 Используем инструмент САПР ЖС  для сопряжения путей парка.

14 Экспертно устанавливаем длину тупикового пути 4 и при необходимости используем инструмент укладки прямого участка пути .

15 Фиксируем положение тупика на пути 4 посредством инструмента САПР ЖС .

16 Устанавливаем значения междупутий, используя инструмент .

17 Устанавливаем номера путей, используя инструмент .

Учебная программа по дисциплине
«Инновационные технологии проектирования
железнодорожных станций»
для специальности
«Организация перевозок и управление
на железнодорожном транспорте»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Процесс проектирования отличают сложность, специфичность и многогранность этапного формирования проектного решения. За последние 100 лет производительность труда в различных отраслях промышленности возросла от 100 до 1000 %, а в проектировании – менее чем на 20 %. При этом разработка качественного проекта требует до года и более и охватывает до 30 % затрат от всех этапов жизнедеятельности сооружаемого транспортного объекта. Проектирование является ключевым этапом разработки проекта. Согласно мировой статистике затраты на исправление ошибок при анализе и тестировании полученных результатов в 5 раз, а на стадии эксплуатации – в 50 раз выше, чем на стадии проектирования.

Эффективность использования инновационных методов информационных технологий в значительной степени определяет интенсивность и приоритетность дальнейшего развития такой важной сферы человеческой деятельности, какой является проектирование.

В настоящее время роль транспорта как перевозчика продукции является определяющей. Грамотные проектные решения по реформированию и наращиванию существующего технического оснащения железнодорожного транспорта являются неотъемлемыми условиями для сокращения транспортных издержек в общей себестоимости перевозимой продукции. Новые технологии подготовки проектов, обеспечивающие сокращение их продолжительности с одновременным повышением качества проектных решений, лежат в плоскости эффективного применения информационных технологий.

Программа дисциплины «Инновационные технологии проектирования железнодорожных станций» разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1–44 01 03–2013 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1–44 01 03 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте».

Знания и умения, полученные при изучении дисциплины, используются в дипломном проектировании, при выполнении НИРС и изучении дисциплин 2-й ступени высшего образования.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у специалиста транспортного профиля компетентностного подхода к получению системных знаний о приемах и методах применения специализированных программных средств в практике проектирования; анализу мирового и отечественного опыта эффективного использования новаций в проектировании железнодорожных станций; качественной экономической оценке используемых программных ресурсов с соразмерением общей стоимости технического и информационного обеспечения с достигаемой производительностью труда проектировщиков, а также развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

изучение Стратегии развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года;

изучение целей и методов инновационной деятельности, инновационных законов и инновационного процесса;

изучение эффективных информационных технологий обеспечивающих качественное проектирования транспортных объектов;

изучение методов экономического анализа инновационных проектов.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК), социально-личностные (СЛК) и профессиональные (ПК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте 1–44 01 03–2013 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-2. Быть способностью к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Иметь способность к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-7. Пользоваться глобальными и информационными ресурсами.

ПК-8. Уметь работать с нормативно-правовой и нормативно-справочной документацией.

ПК-19. Выполнять эксплуатационно-экономические обоснования в области эксплуатации объектов железнодорожного транспорта.

ПК-22. Рассчитывать экономическую эффективность проектных и технологических решений.

ПК-31. Выбирать критерии эффективности развития транспортных систем и осуществлять их оптимизация.

ПК-35. Выполнять технологическое проектирование объектов железнодорожного транспорта.

ПК-48. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития транспорта, инновационным технологиям перевозочного процесса, проектам и решениям.

Для приобретения профессиональных компетенций ПК-7, ПК-8, ПК-19, ПК-22, ПК-31, ПК-35, ПК-48 в результате изучения дисциплины **студент должен**

знать:

- возможности существующих профильных систем автоматизированного проектирования железных дорог;
- ограничения САПР, не позволяющие в обозримой перспективе выполнять проектные работы в автоматическом режиме;
- принципиальные различия в использовании профильных САПР для проектирования новых транспортных систем и проектирования переустройства существующих;
- методические основы проведения цифровых инженерно-геодезических изысканий на основе кодировки объектов съемки;
- технологию формирования электронного плана станции с использованием данных цифровой съемки станции;
- основы технико-экономической оценки эффективности применения САПР в практике проектной работы;

уметь:

- использовать САПР ЖС для разработки путевого развития и технического оснащения новых железнодорожных станций;
- решать практические задачи поиска и выбора рациональных проектных решений с использованием САПР ЖС;
- оценивать затраты времени на подготовку проектных решений с использованием САПР ЖС;

владеть:

- методами проектирования объектов железнодорожной инфраструктуры с использованием информационных технологий;
- методами оценки эффективности программных средств автоматизации проектирования.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представляет собой перечень тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении естественнонаучных дисциплин «Математика», «Информатика», «Математические модели в транспортных системах», общепрофессиональных и специальных дисциплин таких, как «Управление эксплуатационной работой», «Железнодорожные станции и узлы», «Экономика транспорта и управление персоналом».

Форма получения высшего образования – дневная и заочная. По дневной форме обучения дисциплина изучается в 9-м семестре. По заочной форме дисциплина изучается в 10 и 11 семестрах. В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 86 часов, в т.ч. аудиторных 54, из них лекций – 38, практических занятий – 16. По дневной форме обучения выполняется РГР, по заочной – контрольная работа.

Форма текущей аттестации – зачет. Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Особенности использования систем автоматизированного проектирования на транспорте.

Систематические и эвристические среды автоматизированного проектирования.

Базовое обеспечение САПР.

Характеристика программных пакетов автоматизации проектирования объектов железнодорожного транспорта.

Тема 2. Автоматизация проектирования новых железнодорожных станций.

Характеристика программной среды САПР ЖС для автоматизированного проектирования новых железнодорожных станций.

Использование программных ресурсов для построения объектов путевого развития и технического оснащения станций.

Объектная идентификация информационных структур цифрового плана станции.

Тема 3. Автоматизация переустройства железнодорожных станций.

Технология цифровой съемки станционных объектов.

Передача результатов инженерно-геодезических изысканий в подсистему построения компьютерного плана станции.

Тема 4. Взаимодействие дизайнера и программной среды САПР.

Роль среды автоматизированного проектирования в общей системе разработки проектно-сметной документации.

Особенности диалога пользователя и программной среды САПР в процессе разработки проектных решений.

Тема 5. Оценка эффективности использования САПР ЖС в практике проектирования и переустройства железнодорожных станций

Динамика изменения производительности труда проектировщиков при внедрении САПР.

Основные эффекты при использовании САПР в проектном процессе.

Перспективы развития систем автоматизированного проектирования.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

На практических занятиях выполняется расчетно-графическая работа, связанная с решением проектных задач автоматизированного расчета координат центров стрелочных переводов, предельных столбиков, сигналов, контрольных точек зданий и сооружений конкретной участковой станции. На основе выбранного приемоотправочного или сортировочного парков с использованием САПР ЖС проводится масштабная увязка путей в горловинах с определением длины запроектированных путей в автоматизированном режиме.

ХАРАКТЕРИСТИКА АУДИТОРНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа на тему «Проектирование и переустройство промежуточной станции с использованием САПР ЖС» включает решение ряда задач по укладке и увязке путей в горловинах станции с автоматизированным расчетом координат контрольных точек путевого развития промежуточной станции, проектированию вариантов переустройства станции, связанных с удлинением существующих и укладке дополнительного приемоотправочного пути.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

самостоятельное изучение тем дисциплины с использованием научно-технической и специальной литературы;

проработка лекционного материала и подготовка к аудиторной контрольной работе;

подготовка к зачету.

Диагностика компетенций студента

Оценка учебных достижений студента производится по системе «зачтено – не зачтено».

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения аудиторной контрольной работы в соответствии с расписанием (АК-1–АК-4, АК-6, АК-7; СЛК-6; ПК-8, ПК-19, ПК-22, ПК-31, ПК-35, ПК-48);

сдача зачета по дисциплине (АК-1–АК-7; СЛК-6; ПК-8, ПК-19, ПК-22, ПК-31, ПК-35, ПК-48).

Форма проведения зачета – устно.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Правдин, Н. В.** Техника и технология автоматизированного проектирования железнодорожных станций и узлов (практика применения и перспективы): учеб. пособие/Н. В. Правдин и [и др.]. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 400 с.
2. Железнодорожные станции и узлы: учебник / под ред. **В. И. Апатцева и Ю. И. Ефименко** // Раздел VIII. Автоматизация проектирования железнодорожных станций. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте., 2014. – С. 798 – 838.
3. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) / под общ. ред. **Н. В. Правдина и С. П. Вакуленко** // Раздел 9. Автоматизация проектирования железнодорожных станций и узлов. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. – С. 452 – 574.
4. **Головнич, А. К.** Автоматизация проектирования железнодорожных станций и узлов. Компьютерное проектирование плана станции: учеб.-метод. пособие. Гомель, БелГУТ, 2006. – 99 с.

5. **Головнич, А. К.** Автоматизация расчетов и проектирования железных дорог: учеб.-метод. пособие. Гомель, БелГУТ, 2010. – 145 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. **Правдин, Н. В.** Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций : монография / Н. В. Правдин, А. К. Головнич, С. П. Вакуленко. М.: Маршрут, 2004. – 400 с.
7. **Правдин, Н. В.** Компьютерное проектирование железнодорожных станций: учеб. пособие / Н. В. Правдин, А. К. Головнич, С. П. Вакуленко. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2008. – 469 с.
8. **Головнич, А. К.** Автоматизация проектирования железнодорожных станций: монография. Гомель, БелГУТ, 2001. – 202 с.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ

9. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года. Утв. приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25 февраля 2015 г. № 57-Ц. – <http://www.transport-gazeta.by/index.php/article/4524/number/11/12-03-2015>.
10. Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016-2020 годы. Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2016 г. № 345. – <http://www.government.by/ru/solutions/2482>.
11. Закон Республики Беларусь от 05 мая 1998 г. № 140-3 «Об основах транспортной деятельности (в ред. Законов Республики Беларусь от 29 июня 2006 г. № 137-3, от 20 июля 2006 г. № 162-3, от 26 декабря 2007 г. № 300-3, от 9 ноября 2009 г. № 52-3). – <http://zakonby.net/zakon/62941-zakon-respubliki-belarus-ot-05051998-n-157-z-quotogosudarstvennom-prognozirovanii-i-programmah-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-respubliki-belarusquot.html>.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ САПР ЖС.....	5
1.1 Общая характеристика среды	5
1.2 Инструменты проектирования объектов путевого развития станций	6
1.2.1 Начало работы в САПР ЖС	6
1.2.2 Укладка стрелочного перевода	6
1.2.3 Проектирование участка пути	7
1.3 Инструменты проектирования объектов технического оснащения станции.....	12
1.3.1 Установка светофоров	12
1.3.2 Проектирование платформ	13
1.4 Инструменты изменения исходных данных	14
1.4.1 Изменение величины междупутья	14
1.4.2 Изменение скорости движения пассажирских поездов.....	14
1.4.3 Стрелочные переводы в ЭЦ и на ручном управлении.....	14
1.4.4 Изменение ширины колеи	15
1.4.5 Установка категории пути	16
1.4.6 Установка типа тяги.....	16
1.5 Установка сопроводительных надписей и других условных обозначений	17
1.5.1 Установка нумерации путей	17
1.5.2 Установка специализации путей.....	18
1.5.3 Установка величины междупутья.....	18
1.5.4 Установка номера стрелочного перевода	19
1.6 Другие возможности САПР ЖС	20
1.6.1 Вывод атрибутов запроектированных объектов.....	20
1.6.2 Получение координат центров стрелочных переводов	20
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРЕЛОЧНЫХ УЛИЦ И ГОРЛОВИН В САПР ЖС	22
2.1 Укладка стрелочных переводов по схемам взаимного расположения	22
2.2 Укладка стрелочной улицы	23
2.3 Укладка горловины парка.....	24
2.4 Проектирование станционных парков	25
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ В СРЕДЕ САПР ЖС ...	27
3.1 Модульная схема формирования цифровых планов станций.....	27
3.2 Использование САПР ЖС для разработки вариантов переустройства цифрового плана станции.....	33
4 ЗАДАЧИ.....	35
5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	38
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	40
Приложение А – Варианты схем горловин станций.....	41
Приложение Б – Пример разработки горловины в САПР ЖС.....	46
Приложение В – Учебная программа по дисциплине «Инновационные тех- нологии проектирования железнодорожных станций» для специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»	48