

## ЛЕКЦИЯ №9

### **Комплексная реконструкция плана, продольного профиля и поперечных профилей. Система автоматизированного проектирования реконструкции плана и продольного профиля железных дорог (ЭРА, Капрем 5)**

#### Содержание

1. Комплексный подход к реконструкции железнодорожной инфраструктуры.
  - 1.1 Общие положения комплексной реконструкции железных дорог
  - 1.2. Последовательность комплексного проектирования
  - 1.3. Реконструкция водопропускных сооружений
  - 1.4. Подробный профиль вторых путей
  - 1.5. Рекомендации по комплексному проектированию реконструкции
2. Автоматизированное проектирование реконструкции железных дорог

#### Литература

1. Комплексный подход к реконструкции железнодорожной инфраструктуры.
  - 1.1 Общие положения комплексной реконструкции железных дорог

В настоящее время государством принято решение о расширении мощности БАМа и Транссиба. В настоящее время в рамках ФЦП «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2018 года» предусмотрена реализация мероприятия «Модернизация железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей с развитием пропускных и провозных способностей» на основе государственно-частного партнерства (ГЧП). В результате реализации данного мероприятия получит развитие Транссиб, играющий ключевую роль в доставке продукции Дальнего Востока и Байкальского региона на российские рынки и рынки стран Азиатско-

Тихоокеанского региона (АТР), в развитии транзита экспортно-импортных грузов, прежде всего контейнерных, в сообщении стран АТР и Европы.

Для обеспечения пассажирского движения и пропуска грузовых поездов повышенного веса будет завершено строительство совмещенного мостового перехода через р. Амур и реконструирован тоннель под р. Амур у г. Хабаровска. Это позволит увеличить пропускную способность Транссибирской магистрали, повысить скорость и безопасность движения поездов. Для снятия ограничений движения поездов будет завершена реконструкция Лагар-Аульского, Кипарисовского, Владивостокского и Облученского тоннелей, мостов через реки Зею и Бурею и моста на участке Угловая – Находка.

Для устранения «узких мест» намечено усиление пропускной и перерабатывающей способности станций Тайшет, Иркутск и Сковордино, предусмотрена реконструкция устройств электроснабжения на Транссибирской магистрали (участки Петровский Завод – Иркутск, Черемхово – Тулун, Угольная – Владивосток, Угольная – Уссурийск, Сибирцево – Вяземская, Хабаровск – Волочаевка – Биробиджан, Известковая – Архара, Белогорск – Завитая, Белогорск – Благовещенск), будут построены обходы Иркутского и Читинского транспортных узлов, а также технологические железнодорожные линии Могзон – Новый Уоян, Новочугуевка – Рудная Пристань – бухта Ольга, Углегорск – Смирных.

Кроме того, железнодорожная сеть дополнится грузообразующими линиями Шимановская – Гарь – Февральск, Нарын – Лугокан, Приаргунск – Березовский горно-обогатительный комбинат. Для освоения перспективных внешнеторговых перевозок получат развитие пограничные станции Гродеково и Хасан, будут обустроены пункты пропуска Нижнеленинское – Тунцзян и Благовещенск – Хэйхэ.

Дальнейшее развитие получит и БАМ, что позволит поддержать перспективные грузопотоки с вновь осваиваемых крупных месторождений

минерального сырья и предприятий по их переработке, а также угля в Центральную Россию и на экспорт в страны АТР.

В соответствии с наращиванием объема грузопотоков пропускная способность БАМа в направлении морских портов Ванино и Советская Гавань будет доведена до 80-100 млн тонн к 2025 году. Частными инвесторами будут построены новые морские перегрузочные комплексы в этих портах.

Важнейшим инвестиционным проектом является модернизация линии Комсомольск-на-Амуре – Советская Гавань (500 км) с реконструкцией участка Оунэ – Высокогорная. Для увеличения пропускной и перерабатывающей способности будет проведена модернизация технических устройств станций Братск, Усть-Илимск, Комсомольск-Сортировочный, Комсомольск-Грузо-вой, Новый Ургал и Тында. На участках тепловой тяги будет осуществлен переход на электрическую тягу.

В рамках ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)» предполагается в 2015 году завершить строительство железнодорожной линии Беркакит – Томмот – Якутск. Также в рамках данной ФЦП планируется к реализации объект «Строительство второго пускового комплекса от станции Правая Лена до станции Якутский речной порт (левый берег) в Республике Саха (Якутия)» в период с 2017 по 2019 год.

Данные мероприятия реализуются в том числе для возможности создания в Дальневосточном федеральном округе нового транспортного коридора на основе интермодального транспортного узла в г. Якутске (Республика Саха (Якутия), интегрированного с Северным морским путем внутренними водными путями.

К основным мероприятиям по развитию подходных путей к портам Дальневосточного бассейна на период до 2020 года относятся: развитие железнодорожной инфраструктуры БАМа до портов Ванино и Советская Гавань; развитие железнодорожной инфраструктуры Транссиба до портов

Находка и Восточный, включая участки Междуреченск – Тайшет, Мариинск – Тайшет; реконструкция участка Карымская – Забайкальск.

## 1.2. Последовательность комплексного проектирования

Проектным работам предшествуют различные изыскания. Небольшой ролик осмотра трех километров железнодорожной трассы при технических изысканиях, предшествующих началу работ по комплексному проектированию можете посмотреть

Обычно в качестве ведущего элемента проектирования принимают продольный профиль. В этом случае проектирование ведётся в такой последовательности:

1. На продольном профиле наносится проектная линия;
2. В зависимости от назначенных на профиле подъёмов выбирают наиболее рациональные типы поперечных профилей;
3. Определяются величины смещений оси пути, необходимые для реализации того или иного поперечника;
4. Выбираются способы реконструкции плана, обеспечивающие намеченные смещения с учётом состояния существующего плана;
5. Анализируется полученное проектное решение в целом и при необходимости вносятся улучшающие коррективы в проектирование продольного и поперечного профиля, после чего повторяется цикл проектных расчётов и построений.

Комплексное проектирование профиля, плана и поперечных профилей удобно вести с составлением сводного документа-графика комплексного проектирования, на котором собраны все данные о проектировании отдельных элементов реконструкции существующей железной дороги и вторых путей. Рассмотрим пример реконструкции участка однопутной железной дороги.

В данном примере при проектировании продольного профиля исправление пути предусматривается за счёт незначительных подъёмов за

счёт увеличения толщины балласта, за исключением 2-х участков. На первом участке, в районе металлического моста, предусмотрены подрезки для того, чтобы расположить проектную линию в отметках существующей головки рельса и избежать трудоёмких работ по переустройству искусственного сооружения. На втором участке устранена значительная разность уклонов смежных элементов профиля, что потребовало устройства элемента переходной крутизны и, соответственно, повлекло за собой значительные подъёмки, реализация которых невозможна при существующей ширине основной площадки. В этом месте требуется уширение земляного полотна путём односторонней боковой присыпки, что требует смещения оси пути, как показано на графике смещений. Там, где величины подъёмов незначительны, предусмотрен I тип поперечного профиля. Тот же тип применяется в пределах мостового перехода, где смещения оси пути недопустимы. На участке, требующем смещения оси пути, предложен II тип поперечного профиля. Вслед за этим участком необходимость в уширении основной площадки и смещении оси пути отпадает, поэтому вновь намечен переход на I тип поперечного профиля. Для реализации смещения оси пути было предложено смещение в пределах кривой за счёт переноса вершины угла поворота внутрь кривой, поскольку направление потребного смещения совпадает с направлением поворота кривой. Возврат пути на существующую ось выполнен благодаря смещению на прямой, реализованному двумя обратными кривыми с короткой прямой вставкой.

В данном примере не пришлось корректировать продольный профиль, поскольку решения, принятые при его проектировании, удачно вписались в проектирование поперечных профилей и плана линии. В более сложных случаях, когда изменение в плане или поперечных профилях при данном профиле было бы затруднено, необходимо пересмотреть проектные решения при реконструкции продольного профиля.

### 1.3. Реконструкция водопропускных сооружений

При реконструкции железной дороги возникает необходимость переустройства искусственных сооружений (рис. 1).



Рис. 1. Удлинение водопропускной трубы при строительстве второго пути  
на участке Карымская – Забайкальск ЗабЖД

При проектировании второго пути искусственные сооружения могут устраиваться на отдельном земляном полотне, на расстоянии конструктивного междупутья (большие и средние мосты), либо на общем земляном полотне (малые мосты и трубы). В последнем случае сооружения переустраиваются.

Если на этапе строительства новой дороги в обозримом будущем предвидится пристройка 2-го пути, опоры мостов и водопропускные трубы можно сразу сооружать под два пути, чтобы максимально упростить строительные работы в ходе ожидаемой реконструкции дороги.

При переустройстве существующих малых мостов и водопропускных труб под 2-й путь необходимо учитывать:

- тип и техническое состояние существующего сооружения;
- необходимость сопряжения соосных сооружений 1-го и 2-го путей;

- обеспечивать безопасность движения поездов в ходе строительных работ.

Обычно при строительстве 2-го пути сохраняют ранее существовавший тип сооружения- рядом с мостом также устраивают мост, а существующую трубу удлиняют, укладывая дополнительные звенья и переустраивая оголовок. Отверстие пристраиваемого сооружения, как правило, сохраняют таким, каким оно было изначально. Также стараются сохранить форму отверстия сооружения. Если обследование сооружения показало его недостаточную водопропускную способность, недопустимый подпор или размыв русла, отверстие сооружения может быть увеличено.

В случаях, когда состояние конструкции сооружения неудовлетворительное, сооружение подвергается капитальному ремонту, в ходе которого, кроме усиления конструкции, может быть изменён тип сооружения- мост перестраивается в прямоугольную трубу, заменён круглыми трубами, уложенными в подмостовое русло, прямоугольная труба меняется на круглую, устраиваемую внутри существующего сооружения. Нередко металлические пролёты малых мостов меняются на более экономичные в содержании железобетонные пролёты. Временные сооружения (деревянные мосты) меняются на капитальные мосты. Такое решение обычно принимают, устраивая обход существующего моста на расстоянии конструкционного междупутья.

В ходе реконструкции дороги нередко приходится назначать дополнительные водопропускные сооружения в местах, где наблюдается скопление воды у подошвы земляного полотна, и условия рельефа не позволяют наладить надёжный продольный водоотвод к ближайшему мосту или трубе.

При проектировании искусственных сооружений под 2-й путь и реконструкции сооружений на существующей однопутной линии необходимо отдавать предпочтение решениям, при которых меньше

создаётся помех движению поездов, обеспечиваются безопасность выполнения работ.

#### 1.4. Подробный профиль вторых путей

Все решения, принятые при проектировании 2-х путей или реконструкции однопутной линии, отражаются в одном сводном документе-подробном профиле. Подробный профиль вторых путей изображают в крупном вертикальном масштабе (1:100 или 1:200), чтобы можно отслеживать небольшие изменения отметок. Горизонтальный масштаб- 1:10 000. На профиле указываются отметки и наносятся линии СГР, ПГР и НБС, на каждом пикете указывается толщина балластного слоя под шпалой. В графе "план линии" наносят три условных плана: левый, существующий и правый путь. Существующий путь может наноситься только в местах его реконструкции. Отметки ПГР наносятся с учётом поправок от вертикальных кривых. На подробный профиль наносят стандартные условные обозначения отдельных пунктов, переездов, путевых зданий и пр., с точностью до 1 м. В графе "ситуация" указывают прилегающие к дороге угодья, светофоры, путевые здания, переезды, коммуникации, путевое развитие станций. На подробный профиль наносится литологический разрез (геологический профиль).



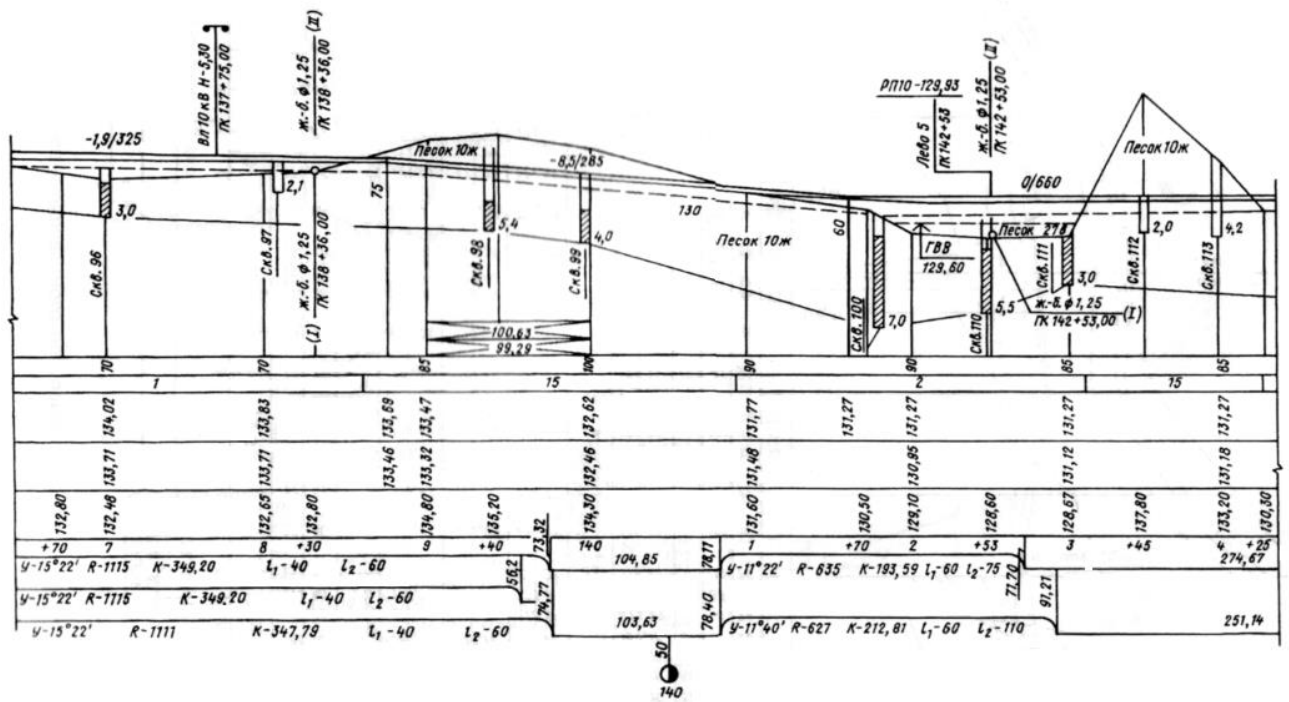


Рис.2. Пример оформления подробного продольного профиля реконструируемого железнодорожного пути

### 1.5. Рекомендации по комплексному проектированию реконструкции

При проектировании реконструкции железных дорог и в том числе вторых путей возникает необходимость комплексного решения, которое, помимо реконструкции продольного профиля, поперечных профилей и плана линии, включает также реконструкцию искусственных сооружений, ВСП и др.

Все эти решения должны рассматриваться во взаимной связи. Прежде всего, это относится к продольному и поперечным профилям и плану линии. Изменение проектной отметки в некоторой точке может повлечь за собой применение такого поперечника, который можно осуществить только при условии смещения оси пути.

Для того, чтобы сместить ось пути, необходимо реконструировать план существующего пути или при проектировании вторых путей так запроектировать план второго пути, чтобы при сохранении всех требований к

плану линии было выдержано необходимо смещение оси пути или уширение междупутья.

Три главных элемента постоянных устройств железной дороги (план, продольный и поперечные профили) рассматриваются во взаимной увязке.

Поэтому требуется неоднократное циклическое возвращение к каждому элементу проектирования реконструкции.

В зависимости от конкретных условий проектирования можно выбрать в качестве ведущего один из элементов проектирования и построить алгоритм комплексного проектирования.

Если в качестве ведущего элемента принимают продольный профиль, то проектирование ведется в такой последовательности:

- 1) наносится линия ПГР с выполнением всех норм проектирования;
- 2) в зависимости от рабочих отметок и изменения отметок головки рельса выбираются наиболее экономичные типы поперечных профилей;
- 3) определяются смещения оси пути, необходимые для того, чтобы выполнить тот или иной поперечник;
- 4) если поперечный профиль предусматривает смещение, то выбирается способ реконструкции плана, который наилучшим образом использовал бы существующий план и обеспечил необходимое смещение оси пути при наименьших нарушениях существующего плана;
- 5) анализируется решение в целом и в случае необходимости вносятся коррективы в проектировку продольного и поперечного профилей, которые улучшали бы решение в целом, и повторяется цикл проектных расчетов.

Требуемая земляного полотна и минимальная ширина обочин ( $b_{\min}=0,50$ ) больше существующих, поэтому при реконструкции продольного профиля необходимо учесть уширение земляного полотна.

В соответствии с п.2.2, на всех пикетах и в характерных точках трассы выбираются наиболее рациональные типы поперечных профилей, которые в свою очередь оказывают влияние на положение трассы.

Поскольку требуемое смещение оси пути непостоянно по длине линии, то требуется реконструкция существующего плана.

Учитывая взаимосвязь трех главных элементов постоянных устройств железной дороги (плана, продольного и поперечных профилей), совместное их приведение к нормам проектирования и решение конкретных задач можно выполнять на Графике комплексного проектирования (или его еще называют «График сводных данных») (см. рис. 3).

Заполнение графика комплексного проектирования можно выполнить следующим образом в соответствии с графами.

#### Графа Пикетаж

С утрированного продольного профиля вычерчиваются стометровые пикетажные участки и плюсовые точки, соответствующие постоянным устройствам и сооружениям. Снизу подписываются номера пикетов.

#### Графа Постоянные сооружения и устройства

Постоянные сооружения и устройства. Рекомендуемая ширина данной графы 40 мм. В этой графе необходимо отобразить схематично линию земли и линию отметок НБС. Для того чтобы выбрать ширину данной графы и подобрать масштаб требуется посчитать разницу максимальных и минимальных отметок НБС и Земли. Например, на заданном участке продольного профиля:

- максимальная отметка Земли – 300 м;
- минимальная отметка Земли – 280 м;
- максимальная отметка НБС – 302 м;
- минимальная отметка НБС – 282 м.

Тогда, максимальный диапазон изменения отметок составит  $302 \text{ м} - 280 \text{ м} = 22 \text{ м}$ .

Если выбрать масштаб в 1 см – 5 м, то ширина графы составит 4,1 см. В таком случае, ширину графы можно принять 5 см.

Выбрав масштаб, следует аккуратно нанести линию отметок Земли и НБС, затем относительно

## Графа График подъемов и срезок

Рекомендуемая ширина данной графы 60 мм, но она также зависит от разности между максимальной и минимальной подъемками или между максимальными подъемкой и срезкой. Можно выбрать следующий масштаб: в 1 см – 0,5 м. Слева, через начальный пикет заданного участка проводится вертикальная ось – изменения головки рельса,  $h$ , в метрах.

Если на заданном участке после нанесения линии ПГР отсутствуют срезки, то горизонтальная ось Пикеты (м) вычерчивается в нижней части данной графы, проходя через значение ноль, и соответствует линии отметок СГР, а вверх будут откладываться положительное изменение головки рельса  $h$  – подъемки.

При наличии срезок горизонтальная ось вычерчивается по середине, деля данную графу как бы на две части: сверху – положительные изменения головки рельса (подъемки), снизу – отрицательные (срезки). Масштаб положительной « $+h$ » и отрицательной « $-h$ » частей следует выбирать соответственно, т.е. относительно максимальных значений подъемок и срезок.

Также на график следует нанести штрихпунктирную линию отметок РГР, которая будет соответствовать значению  $h_{РГР} = (РГР - СГР)$ .

## Графа Типы поперечных профилей

Данная графа заполняется на каждом пикете и плюсовой точке – ставится номер (тип) поперечного профиля без увязки со смежными пикетами и без учета выправки и реконструкции плана. Рациональный тип поперечного профиля выбирается по величине подъемки (или срезки), геометрическими параметрами существующего земляного полотна, видом земляного полотна, характеристиками грунтов, нормативными требованиями к проектному пути и др.

Например, типы поперечных профилей могут быть назначены так:

I тип – на подходах к нереконструируемым мостам и на отдельных пунктах;

II тип – во всех остальных случаях.

III тип – на подходах к реконструируемым мостам и на участках с большими подъемками (ПГР – РГР > 1,0 – 1,2 м);

IV тип – срезка земляного полотна.

Графы План существующего пути (ОСП) и План проектного пути (ОПП)

В нижней части графика вычерчиваются планы проектного и существующего пути. Если в задании указано «сторонность будущего пути вправо», то существующий план будет выше, а проектный – ниже, как показано на рис.4. Если в задании указано «сторонность будущего пути влево», то наоборот – ОСП вычерчивается в самом низу, а ОПП – выше, т.е. слева по ходу увеличения пикетажа.

На плане следует указать для всех кривых: начало круговой кривой НКК, конец круговой кривой ККК, угол поворота, радиус.

Ось существующего пути и все параметры чертятся черным цветом, а ось проектного пути и проектные данные – красным цветом.

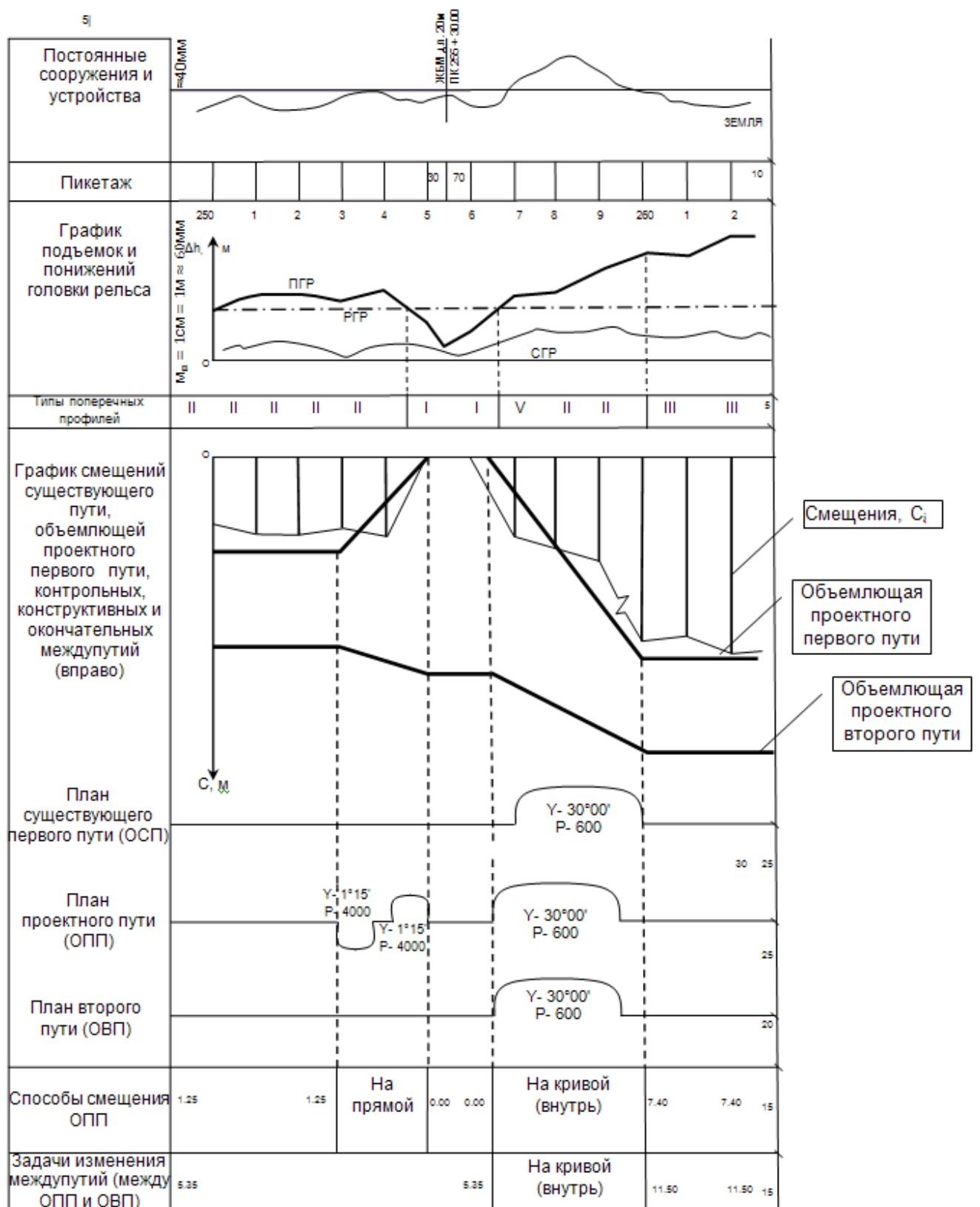


Рис. 3. График комплексного проектирования (график сводных данных)  
Графа График смещений оси пути и объемлющая

Горизонтальная ось Пикеты (в метрах), имеющая направление по ходу увеличения пикетажа), соответствует оси существующего пути (ОСП).

Вертикальная ось Смещения  $C_i$  (в метрах) соответствует значениям смещений, рассчитанным по формуле (1), конструктивным и окончательным.

Окончательные смещения – это смещения, соответствующие линии объемлющей, которая представляет собой схематичный вид окончательного плана первого пути.

Положение осей графика смещений оси пути выбирается в зависимости от заданной сторонности будущего второго пути (см. задание).

Если в задании указано «сторонность будущего пути влево», то горизонтальная ось Пикеты вычерчивается снизу и по ходу увеличения пикетажа вертикальная ось Смещения  $C_i$  направлена вверх.

Если в задании указано «сторонность будущего пути вправо», то наоборот – горизонтальная ось Пикеты вверху, а вертикальная ось Смещения направлена вниз.

Рекомендуемая ширина графы выбирается из расчета масштаба в 1 см – 1 м.

Далее на график на каждом пикете и плюсовой точке наносятся величины смещений (или сдвижек) в соответствии с выбранным масштабом.

Величины требуемых смещений оси пути  $C_i$  определяются в зависимости от выбранных типов поперечных профилей на пикетах по следующей формуле

$$C_i = \begin{cases} 0, \text{ если I тип,} \\ b_{\min} + 1,5 \cdot (\text{ПГР} - \text{НБС} - h_{\text{пл}} - 0,03) + \frac{a_{\text{вн}} - a_{\text{с}}}{2}, \text{ если II тип,} \\ 2,75 + 1,5 \cdot (\text{ПГР} - \text{НБС} - h_{\text{вск}}^{\text{нр}}) + \frac{a_{\text{нр}}}{2}, \text{ если III тип и в плане} \\ \text{есть прямая или кривая против смещения пути} \\ 2,75 + 1,5 \cdot (\text{ПГР} - \text{НБС} - h_{\text{вск}}^{\text{нр}}) + \frac{a_{\text{нр}}}{2} + \Delta a_{\text{нр}}, \text{ если III тип и в} \\ \text{плане есть кривая в сторону смещения пути} \end{cases}$$

(5.1)

где  $b_{\min}$  – минимальная ширина обочины земляного полотна, можно принять  $b_{\min} = 0,5$  м;

1,5 – крутизна откосов балластной призмы (1:1,5);

0,03 – величина возвышения уровня поверхности шпалы над верхом балластной призмы, м;

ПГР – проектная отметка головки рельса, м;

НБС – отметка низа балластного слоя, м;

$h_{р.н}$  – высота проектного рельса с подкладкой, м;

абп - ширина проектной балластной призмы, м;

ас - ширина существующего земляного полотна, м;

$h_{вск}^{пр}$  – высота проектного верхнего строения пути, м;

апр - ширина проектного земляного полотна, м;

Дапр - проектное уширение земляного полотна в кривой, м (см. табл. 1).



## Уширение земляного полотна в кривых

Радиусы кривых, м	Уширение земляного полотна, Дапр, м
3000 и более	0,20
2500— 1800	0,30
1500—700	0,40
600 и менее	0,50

По результатам расчетов строится график смещений оси пути в сторону целесообразного расположения 2-го пути.

Объемлющая линия наносится с учетом параметров существующего пути, рассчитанных смещений  $C_i$  и постоянных устройств и сооружений.

Основные рекомендации по нанесению объемлющей линии:

- следует выделять участок с приблизительно одинаковыми смещениями и назначать для него общее смещение, равное максимальному значению на участке;
- если на участке расположено искусственное сооружение, ось которого можно сместить или для которого предусмотрена реконструкция, то объемлющую можно сместить на величину конструктивного междупутья (берется в соответствии с заданием);
- если ось существующего пути по местным условиям не может быть смещена то, возможно два варианта:
  - сохранение положения оси существующего пути;
  - временное размещение оси пути на уширенном междупутье.

С учетом существующего плана назначаются участки перехода от одного смещения к другому и способ смещения оси пути (на прямой, на

кривой...) – вычерчиваются наклонные линии объемлющей, показывающей, что в этом месте происходит сход существующего положения на проектное.

Затем определяются параметры плана проектного пути, т.е. производится решение задач смещения оси пути (см. соответствующую графу).

Графа Задачи смещения оси пути и расстояния

В местах положения наклонных линий указываются:

- наименование задач (способов) изменения оси пути;
- пикетажные значения начала и конца сходов;
- величины смещений:
  - до начала схода
  - после схода
- изменение смещения .

## 2. Автоматизированное проектирование реконструкции железных дорог

Здесь приводится анализ некоторых программных комплексов, используемых в практике проектирования.

Программный комплекс Каргет гармонично сочетает функциональность и простоту использования, вместе с быстротой и точностью выполнения вычислительных операций, надежностью хранения данных и безопасностью работы. Являясь приложением корпоративного уровня, позволяя организовывать работу нескольких отделов над проектом, Каргет может работать и в автономном режиме, не требуя инфраструктурных изменений.

Каргет позволяет решать следующие задачи:

- проектирование плана линии: расчет параметров элементов плана с учетом скорости движения поездов;

- проектирование продольного профиля пути и спрямление: расчет элементов профиля, параметров вертикальных кривых;
- проектирование поперечных профилей: расчет проектного земляного полотна, балластной призмы, кюветов и нагорных канав;
- расчет плана раскладки плетей бесстыкового пути: обработка высокоточного промера, расчет плетей, расчет укорочений;
- построение чертежей планов пути, продольных и поперечных профилей, планов раскладки плетей бесстыкового пути;
- подготовка ведомостей в готовом виде и в открытом обменном формате CSV, пригодном для экспорта во множество приложений, в т.ч. в MS Excel;
- подсистема адаптации, позволяющая тонко настроить Каргем под конкретные нужды, учесть нюансы сложившейся практики;
- импорт и экспорт данных в/из проектов Каргем: импорт данных в форматах САПР, XML и Каргем Survey (Slavia), а также экспорт в CSV, САПР (только поперечные профили) и XML;

В качестве источников данных для программного комплекса Каргем может использоваться современное оборудование, такое как электронный тахеометр и GPS приемник. Кроме того, Каргем поддерживает традиционные способы съемки.

Программный комплекс Каргем предназначен для выполнения полного цикла проектирования капитального ремонта железнодорожного пути, а также изыскательских работ, связанных с содержанием пути.

При работе с системой пользователю предоставляется возможность в любой момент времени видеть, обрабатываемую им в настоящее время информацию. Форма представления информации может быть различной. Одной из форм представления является графическое отображение

информации на чертеже. На рисунке показан общий вид окна чертежа при работе системы.

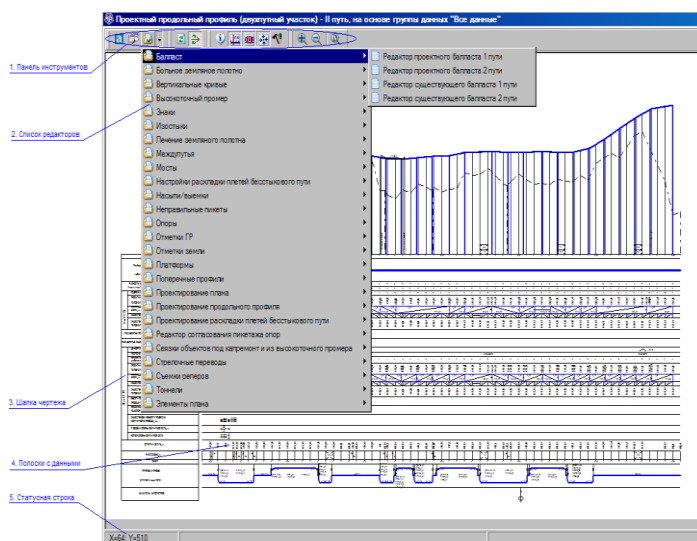


Рис.1. Общий вид окна при работе в системе КАПРЕМ

В практике проектирования может применяться и программный модуль AQUILA, который в усовершенствованном виде реализован в программном продукте КАПРЕМ,

Расчет параметров элементов плана — одна из наиболее трудоемких и массовых задач в практике проектирования реконструкции железных дорог, содержания и ремонта железнодорожного пути.

В программе AQUILA, предназначенной для выполнения такого расчета, реализованы следующие принципы:

- длина расчетного участка ограничивается исключительно технологическими условиями, обычно это 15-25 км (до 60 км);
- число прямых и кривых обосновывается автоматическим расчетом;
- выполняется совместный расчет всех элементов плана участка как единой системы;

- для описания элементов плана и расчета проектных сдвигов используются точные геометрические модели (включая операции оптимизационных процедур).

Исходное проектное решение формируется автоматически с учетом всех нормативных требований в пределах заданной полосы отклонений проектного решения от существующего. Результатом является точная координатная модель плана линии, состоящая из допустимой последовательности прямых, круговых и переходных кривых, оптимальной (в математическом смысле) в отношении объема работ по реконструкции плана железнодорожного пути.

В сложных (для реализации на ЭВМ) случаях, при больших сдвигах по ходу расчета выводятся сообщения о промежуточном результате, и пользователю предлагается решить, продолжить автоматический расчет или перейти к интерактивному режиму работы. В интерактивном режиме можно быстро решить практически любую проектную задачу, однако в автоматическом режиме ЭВМ иногда находит нестандартные и очень эффективные решения.

На всех этапах корректировки (рис. 3) сохраняется целостность и нормативная приемлемость геометрического очертания плана.



произвольным перегонам железнодорожной сети. Результаты расчетов представляют собой ведомости перегонных времен хода поездов на заданных участках железнодорожных полигонов, физико-механические, энергетические и экономические показатели и кривые скорости движения поездов, а также ведомость потерь времени от ведомости предупреждений.

Система позволяет рассматривать на дисплее физико-механические, теплоэнергетические кривые движения отдельных поездов в крупных масштабах, а также получать информацию об уклоне пути, допускаемых и расчётных скоростях движения, времени хода и его потерях в любой точке расчетного участка. Это обеспечивает наглядный и точный анализ указанных аспектов движения поездов.

В составе исходных данных для тягово-экономических расчётов содержатся следующие информационные базы:

- нормативная;
- библиотека тяговых средств;
- библиотека вагонных составов;
- проблемная.

Кроме этих сведений вводится информация о конкретном участке железной дороги:

- план линии;
- продольный профиль;
- отдельные пункты и варианты их прохода;
- ограничения скорости при прохождении по перегону и отдельным пунктам;
- действительный километраж рассчитываемого подучастка;
- начальная и конечная отметка головки рельса.

## Литература.

1. Основы проектирования, строительства и реконструкции железных дорог: Учебник /Под общ. Ред. Ю.А. Быкова и Е.С. Свинцова. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 448с.
2. Миронов В.С., Гороховцев Б.И., Турбин И.В. Проектирование реконструкции железной дороги: Методические указания к курсовому проектированию / Под редакцией В.С. Миронова. – М.: МИИТ, 2007. – 99 с.
3. Бучкин В.А. Сравнительный анализ программных комплексов //Мир транспорта.- 2013.-№2.-С.112-121