

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова

## **Изыскания и проектирование железных дорог**

Методические указания к выполнению курсового проекта  
и практических заданий для студентов специальности  
271501 – Строительство железных дорог, мостов  
и транспортных тоннелей

Белгород

2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено  
научно-методическим советом  
университета

## **Изыскания и проектирование железных дорог**

Методические указания к выполнению курсового проекта  
и практических заданий для студентов специальности  
271501 – Строительство железных дорог, мостов  
и транспортных тоннелей

Белгород  
2014

УДК 625 (07)  
ББК 39.20 я 7  
ИЗ9

Составители: ст. преп. А.С. Погромский  
канд. техн. наук, доц. С.А. Гнездилова  
Рецензент канд. техн. наук, доц. А.А. Логвиненко

**Изыскания** и проектирование железных дорог: методические  
ИЗ9 указания к выполнению курсового проекта и практических заданий  
/ сост.: А.С. Погромский, С.А. Гнездилова. – Белгород: Изд-во  
БГТУ, 2014. – 12 с.

В методических указаниях определены основные вопросы, решаемые  
при проектировании железных дорог.

Методические указания предназначены для студентов специальности  
271501 – Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 625 (07)  
ББК 39.20 я 7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2014

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсового проекта – закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретических основ по проектированию железных дорог, дать возможность получить первоначальные навыки по применению этих знаний на практике в процессе последовательной и детальной разработки вопросов курсового проекта, в оформлении чертежей и написания пояснительной записки.

Основные задачи курсового проектирования:

- научить студентов производить расчеты и технико-экономические обоснования технических нормативов, применяемых при проектировании железных дорог;
- привить студентам навыки по основным приемам трассирования вариантов дороги на карте, методам проектирования продольного и поперечных профилей дороги, подсчету объемов земляных работ;
- научить самостоятельно принимать и уметь обосновывать инженерные решения при проектировании;
- обучить студентов умению пользоваться различной справочной литературой, строительными нормами и правилами (СНиПами), типовыми проектами и другими материалами, необходимыми при составлении проекта железной дороги.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Краткое описание природных условий и экономики района проложения трассы.
2. Обоснование категории дороги и основных параметров железной дороги. Установление норм проектирования плана и профиля.
3. Выбор направления и трассирование.
4. Размещение раздельных пунктов.
5. Размещение и выбор водопропускных сооружений.
6. Проектирование продольного профиля.
7. Сравнение вариантов.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА

Пояснительная записка к проекту должна состоять из титульного листа, задания на проектирование, содержания, текста пояснительной записки (объемом 30–35 с), списка литературы и приложений.

Пояснительная записка с необходимыми расчетами, обоснованиями, рисунками, таблицами и титульный лист должны быть написаны на стандартных листах бумаги формата А4 и оформлены в соответствии с ЕСКД. В тексте пояснительной записки приводятся формулы с пояснением всех символов и с последующей подстановкой числовых величин, указываются размерности всех величин. Страницы пояснительной записки подлежат сквозной нумерации. Ссылки на литературу в тексте записки указываются в квадратных скобках.

Графическая часть проекта выполняется в соответствии с установленными стандартами [1, 2] и подшивается к пояснительной записке после списка использованной литературы.

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Исходными данными являются:

- а) план и продольный профиль участка;
- б) данные по подвижному составу;
- в) характеристика верхнего строения пути.

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. Два варианта плана трассы.
2. Продольный профиль обоих вариантов плана трассы.

## СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

### 1. Краткое описание природно-климатических условий района проложения трассы

При описании природных условий необходимо указать, в какой климатической зоне проектируется дорога, и дать краткую характеристику данной климатической зоны.

В пояснительной записке приводится краткое описание геофизических особенностей района проектирования дороги [3].

1. **Климат.** Студент собирает и изучает следующие характеристики климата:

- среднемесячные, максимальные и минимальные температуры воздуха;

- летнее, зимнее и среднегодовое количество осадков;

- глубину промерзания;

- господствующие ветры в летний и зимний период, что позволяет определить наиболее вероятные места снежных заносов на дороге.

**2. Рельеф местности и растительность.** Используя топографическую карту, произвести анализ общей характеристики района. При этом указать все особенности местности (овраги, возвышенности, ручьи, озера, леса, населенные пункты и т.д.) в полосе проложения трассы, которые могут оказать существенное влияние на ее проложение.

**3. Грунтово-геологические и гидрологические условия.** Для заданного района проектирования после внимательного анализа топографической карты в пояснительной записке необходимо привести краткое описание грунтово-геологических и гидрологических условий.

**4. Экономика района и дорожно-строительные материалы.** Кратко охарактеризовать дорожную сеть района проектирования, промышленность, местные материалы и отходы местного производства. Выявить возможность использования местных материалов для строительства дороги, обосновать и перечислить виды привозных материалов.

## 2. Определение категории и основных параметров дороги

Категория проектируемой железной дороги устанавливается в зависимости от размеров грузовых перевозок в соответствии с [4].

Основными параметрами железной дороги являются:

- число главных путей;

- руководящий уклон,  $i_p$ , ‰;

- тип локомотива;

- расчетная пропускная способность для размещения отдельных пунктов;

- полезная длина приемо-отправочных путей.

Для дороги необходимой категории в соответствии с [4] устанавливают и приводят в табличной форме нормативы на проектирование.

## 3. Выбор направления и трассирование

Трассирование - определение местоположения трассы будущей дороги на карте, аэрофотоплане, плане в горизонталях или на местности - в плане и профиле. Трасса - ось пути (на станциях - главного, на много-

путных дорогах – первого) - в проектах дорог определена двумя основными документами - планом трассы и продольным профилем. В этих документах должно быть указано положение каждой точки трассы в пространстве, а к ним «привязаны» все остальные проектные материалы. Трасса является бы базисом для всего сложного и многообразного хозяйства будущей дороги. Поэтому процесс трассирования - чрезвычайно ответственный этап составления проекта дороги. Выбирая положение будущей трассы, проектировщик должен решать задачу оптимизации этого положения по нескольким показателям, главные из которых - минимальный объем строительных работ и будущих эксплуатационных расходов. И то и другое прямо связано с протяженностью трассы, поэтому проектировщик всегда должен стремиться сделать ее как можно короче, с максимальным приближением к воздушной прямой - линии, соединяющей начальную и конечную точки трассы. Этому препятствуют топографические, гидрологические и инженерно-геологические условия местности. При трассировании надо учитывать ограничения, которые накладываются на план и профиль будущей дороги условиями эксплуатации - движением поездов с заданными весом и скоростями, т.е. максимальные уклоны (руководящий, кратной тяги, инерционные) и минимальные радиусы кривых. В зависимости от сочетаний этих условий различают два вида трассировочных участков - вольный и напряженный хода.

Участок трассы, на котором все высотные препятствия могут быть свободно преодолены при устройстве уклонов, меньших или равных руководящему в профиле, а отклонения положения трассы от заданного направления в плане вызываются только необходимостью обхода каких-либо препятствий (города, заповедника, озера, болота и т.п.), называется вольным ходом. Обычно стараются отклонить трассу кривыми больших радиусов с возможно меньшим числом углов поворота и их величин. Это позволяет меньше удлинять трассу и создать минимум сопротивления движению поезда в кривых. Вольные хода стараются применить в равнинной или холмистой местности, а в горной только при укладке трассы в долинах рек, на плоских водоразделах и плато.

Участок трассы, на котором преодолевается какое-либо крупное высотное препятствие и трасса вынужденно следует за рельефом местности, в максимальной степени используя руководящий уклон или уклоны кратной тяги, называется напряженным ходом. Иногда строительство крупных искусственных сооружений в нижней (высокие насыпи, виадуки) или верхней (тоннели, глубокие выемки) части напряженного хода позволяет уменьшить его протяженность и даже сократить общую длину линии. Но часто приходится искусственно увеличивать протя-

женность трассы, так как пересечь препятствие прямой невозможно - линия не успевает набрать необходимую для этого высоту. При искусственном развитии трассы часто приходится возводить сложные сооружения и применять очень напряженный план с минимальными радиусами кривых.

Напряженные хода применяются при проложении трассы поперечно-водораздельным ходом. В этом случае фиксированная точка трассы расположена на пересечении водораздела - низкое седло, если предполагается на пересечении устраивать выемку, или наиболее узкий участок хребта, если на пересечении будет сооружаться тоннель. От этой фиксированной точки напряженный ход идет обычно ко второй фиксированной точке - месту пересечения реки на дне долины. Аналогично трасса прокладывается и на пересечении следующего водораздела. Чаще всего напряженные хода прокладываются по косограмм, реже - по дну горных долин, если уклон дна долины соответствует руководящему уклону трассы. Поэтому на напряженных ходах вынуждены сооружать сложные конструкции земляного полотна, водоотводов и искусственных сооружений. Это требует тщательного варьирования трассы путем изменения глубины перевальной выемки или тоннеля, сравнения ходов по правому и по левому бортам попутной долины, а также сопоставления пересечения хребта в различных седлах и спуска по другим попутным долинам. Напряженный ход в эксплуатационном отношении значительно хуже вольного: большие энергетические затраты на движение поездов; необходимость торможения на спуске при движении поездов. Это заставляет всегда стремиться к сокращению его протяженности, иногда даже за счет удлинения трассы.

Направление трассы может выбираться при различных исходных данных:

- начальная и конечная точки трассы и все обязательные точки захода ее известны и жестко фиксированы какими-либо условиями (существующими станциями, сооружениями, рельефом, застройкой, гидрогеологическими характеристиками местности);

- все промежуточные точки захода трассы известны и жестко фиксированы, а точка начала или конца трассы либо и начала, и конца может варьироваться в каких-то пределах (примыкание к действующей дороге на различных отдельных пунктах, выход к различным точкам побережья, пригодным для строительства порта, подход к месторождению полезного ископаемого с различных сторон);

- нет жестко фиксированных точек ни по трассе, ни на ее концах.

На вольном ходу необходимо соединить прямыми линиями на карте (плане) соседние фиксированные точки и вписать в углы, образованные



этимися прямыми линиями, кривые максимальных радиусов. Если между фиксированными точками прямая встречается с каким-либо дополнительным препятствием, для его обхода необходимо назначить дополнительные условно фиксированные точки, после чего технологическая схема опять приводится к первоначальной - соединяются прямыми фиксированные точки и условно фиксированные точки и в углы, образованные этими прямыми, вписываются кривые максимальных радиусов. Необходимо помнить, что чем меньше углы, принятые при обходе препятствия, т.е. чем дальше от препятствия начинается обход, тем меньше будет удлинение трассы.

При трассировании напряженным ходом необходимо, прежде всего, выяснить, потребуется ли искусственное развитие для спуска с наивысшей точки препятствия к точке трассы в конце спуска. Для этого разница отметок этих точек делится на протяжение воздушной прямой между ними и сравнивается с руководящим уклоном.

Если уклон оказывается больше руководящего - необходимо искусственно развивать трассу: устраивать заходы трассой в боковые долины и лога, петлеобразные развития ее (серпантины) на склонах косогора и т.п. В том случае, если уклон спуска с наивысшей точки препятствия меньше или равен руководящему уклону, искусственно развивать трассу не надо. Для обеспечения минимального объема земляных работ на напряженных ходах применяют метод трассирования по линии нулевых работ - укладываются отрезки длиной, равной отношению сечения горизонталей к уклону трассирования от одной горизонтали к другой, образуя ломаную линию, соединяющую точки, в которых отметки трассы и поверхности земли совпадают.

После назначения вариантов трассы и вписания в углы поворота кривых необходимых радиусов определяется длина каждого варианта по методике [5].

#### 4. Размещение отдельных пунктов

Отдельные пункты на однопутной железной дороге размещают исходя из условия пропуска установленного заданием числа пар поездов расчетной массы при параллельном графике движения и скрещения поездов с остановкой на отдельных пунктах при заданном типе локомотива.

Период графика движения вычисляем по формуле:

$$T = \frac{(1440 - t_{\text{мех}}) \cdot \alpha_n}{n_p}, \quad (4.1)$$

где  $t_{mex}$  - продолжительность технологического перерыва для содержания и планового ремонта сооружений и устройств, принимаемая равной 60 мин;  $\alpha_n$  - коэффициент, учитывающий отказы технических средств, принимается равным 0,96;  $n_p$  - принятое число пар поездов в сутки.

Расчетное время хода для размещение осей отдельных пунктов определяем по формуле:

$$t_p = T - (\tau_1 + \tau_2 + t_{p3}), \quad (4.2)$$

где  $(\tau_1 + \tau_2) = 4$  мин - станционные интервалы при автоматической блокировке и электрической централизации стрелок;  $t_{p3}$  - поправка на разгон и замедление поездов (4 минуты).

Подсчет времени хода и размещение отдельных пунктов производят последовательным суммированием времени хода поезда на отдельных элементах профиля в табличной форме. Полученное время хода сравнивают с расчетным и делают вывод о необходимости размещения отдельных пунктов.

## 5. Размещение и выбор водопропускных сооружений

Задача поперечного водоотвода состоит в определении мест размещения водопропускных сооружений, расходов воды, притекающей к сооружениям, типов и отверстий водопропускных сооружений. При размещении водопропускных сооружений следует исходить из того, что вся трасса должна быть ограждена от притекающей к ней воды. Поэтому водопропускные сооружения должны располагаться во всех пониженных местах рельефа, которые пересекает дорога.

Выбирают места устройства водопропускных сооружений на профиле: выявляют все пониженные места, в которых они должны быть размещены. Затем определяют расходы воды, которые должны быть пропущены этими сооружениями. Методы расчета расходов воды временных и постоянных водотоков существенно отличаются: в постоянном водотоке расход может быть определен непосредственно, а в периодическом его приходится определять косвенным образом. Но и в том и в другом случае расход водотока - случайная величина, изменяющаяся в широком диапазоне и зависящая от большого числа физико-географических факторов.

В настоящем проекте необходимо по методике [6] определить отверстия назначенных сооружений, их длину и стоимость.

## 6. Проектирование продольного профиля

Продольные профили оформляются для обоих запроектированных вариантов плана трассы. Предварительно определяются интерполяцией черные отметки через каждые 250 м и откладываются в вертикальном масштабе 1:1000. Затем на полученный таким образом черный профиль наносятся искусственные сооружения. Проектная линия наносится прямыми в соответствии с указаниями [7]. При этом учитывают руководящий уклон, величину допустимой алгебраической разности уклонов прямых.

## 7. Сравнение вариантов

Для сравнения вариантов необходимо по методике [8] определяется строительная стоимость каждого из вариантов и эксплуатационные расходы. Сравнение вариантов производится по сроку окупаемости по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{C_1 - C_2}, \quad (7.1)$$

где  $(K_1 - K_2)$  – дополнительные капиталовложения в более дорогой по строительной стоимости вариант;  $(C_1 - C_2)$  – экономия эксплуатационных расходов на наиболее дешевом по этому показателю варианте.

Полученный по формуле (7.1) срок окупаемости сравнивается с нормативным ( $T_n = 10$  лет).

Если  $T_{ок} < T_n$ , то предпочтительным является вариант с большей строительной стоимостью.

Если  $T_{ок} > T_n$ , то предпочтительным является вариант с меньшей строительной стоимостью.

Если  $T_{ок} \approx T_n$ , то в денежном отношении варианты равноценны и окончательный выбор наилучшего из них производится по техническим, объемно-строительным и другим качественным и натуральным показателям. К последним относятся производительность труда, расход топлива и электроэнергии, потребность в кадрах и дефицитных материалах, учет требований экологии и др.

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р 21.1702-96: СПДС. Правила выполнения рабочей документации железнодорожных путей. – М.: Минстрой России, 1997. – 24 с.
2. ГОСТ 21.204-93 (2003): СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов, генеральных планов и сооружений транспорта. – М.: Госстрой России, 1994. – 31 с.
3. СНиП 23–01–99. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 58 с.
4. СТН Ц-01-95. Железные дороги колеи 1520 мм. – М.: МПС России, 1995. – 87 с.
5. Ганьшин, В.Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В.Н. Ганьшин, Л.С. Хренов. – М.: Недра, 1985. – 430 с.
6. Гавриленков, А.В. Изыскания и проектирование железных дорог: Учебник для техникумов / А.В. Гавриленков, Г.С. Переселенков. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.
7. Гавриленков, А.В. Изыскания и проектирование железных дорог: Пособие по курсовому и дипломному проектированию / А.В. Гавриленков, Г.С. Переселенков. – М.: Транспорт, 1990. – 167 с.
8. Свинцов, Е.С. Комплексный проект железной дороги. Технико-экономическое сравнение вариантов трассы при проектировании участка новой железнодорожной линии: Учебное пособие / Е.С. Свинцов, Н.С. Бушуев, П.В. Бобарькин и др. – СПб.: ПГУПС, 2009. – 65 с.

## Оглавление

Цель и задачи курсового проекта.....	3
Содержание курсового проекта.....	3
Требования к оформлению проекта.....	4
Исходные данные к курсовому проекту.....	4
Перечень графического материала.....	4
Структура пояснительной записки.....	4
1. Краткое описание природно-климатических условий района проложения трассы.....	4
2. Определение категории и основных параметров дороги.....	5
3. Выбор направления и трассирование.....	5
4. Размещение отдельных пунктов.....	8
5. Размещение и выбор водопропускных сооружений.....	9
6. Проектирование продольного профиля.....	10
7. Сравнение вариантов.....	10
Библиографический список.....	11

Учебное издание

## Изыскания и проектирование железных дорог

Методические указания к выполнению курсового проекта  
и практических заданий для студентов специальности  
271501 – Строительство железных дорог, мостов  
и транспортных тоннелей

Составители: **Погромский** Алексей Сергеевич  
**Гнездилова** Светлана Александровна

Подписано в печать      Формат 60x84/16.    Усл.печ.л. 0,7.    Уч-изд.л. 0,8.

Тираж 45 экз.    Заказ      Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46