

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проекту по дисциплине
«Научные основы технологии и организации строительства и ремонта
автомобильных дорог»
для студентов по направлению подготовки магистратуры
08.04.01 «Строительство»
Направленность (профиль) Проектирование, строительство и эксплуатация
автомобильных дорог
(всех форм обучения)**

Методические указания содержат теоретические сведения, задания к практическим работам и методику их выполнения по дисциплине «Научные основы технологии и организации строительства и ремонта автомобильных дорог».

Предназначены для студентов по направлению подготовки магистратуры 08.04.01 «Строительство», направленность (профиль) «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог»; для всех форм обучения.

В методических указаниях содержатся основы расчета эффективности развития дорожной сети региона при планировании и управлении дорожным строительством.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего образования и профессиональной образовательной программы, изложены основные методические рекомендации по выполнению и оформлению курсового проекта.

Содержание

1. Расчет показателей эффективности развития дорожной сети.....	4
2. Эффективность перестройки кривых в плане малого радиуса.....	9
3. Эффективность перестройки продольных уклонов.....	16
4. Эффективность уширения обочин.....	22
Приложения.....	

1. Расчет показателей эффективности развития дорожной сети

1.1 Теоретическая часть

Под развитием дорожной сети следует понимать количественное и качественное изменение ее характеристик, способствующих повышению эффективности работы автомобильного транспорта при наиболее полном удовлетворении потребностей народного хозяйства и населения в перевозках грузов и пассажиров. Основным критерием, определяющим эффективность развития является рост производительности общественного труда, выражающийся в сокращении затрат живого и общественного труда.

Действующими инструкциями при установлении сравнительной экономической эффективности капитальных вложений (KB) в строительство и реконструкцию автомобильных дорог, когда единовременные затраты осуществляются многократно, а текущие имеют переменный характер изменения по годам, показателем наилучшего варианта автомобильной дороги является минимум приведенных затрат, рассчитываемых по формуле:

$$P_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} E_H \sum_1^{tc} \frac{1}{(1 + E_0)^t} + \sum_1^{tc} \frac{C_t}{(1 + E_0)^t}. \quad (1.1)$$

где $K_{\text{пр}}$ – приведенные к общему времени (году) единовременные затраты по варианту;

C_t – текущие затраты по данному варианту в t году;

t – число лет между годом приведения и годом осуществления затрат;

E_0 – норматив для приведения разновременных затрат.

Если предположить, что применение показателя, рассчитываемого по формуле (1.1) допустимо и для проектирования оптимальных сетей автомобильных дорог, то обязательным условием этого должна быть полная сопоставимость сравниваемых вариантов. Для одной дороги это сделать сложно, а для множества звеньев дорожной цепи – нереально.

Комплексность эффекта, вызываемого развитием дорожной сети, и его закономерное нарастание по годам подробно тому, что в своей основе предполагает реализацию долгосрочных комплексных программ. Для оценки их экономической эффективности рекомендуется определить нарастающим итогом эффект, полученный в результате осуществления программ с определением периода, в течении которого сравняется или превысит размер КВ. Установленный таким образом период считается условным сроком возврата КВ. При этом имеет место соотношение:

$$\sum_{1}^{T_B} \Pi_t = KB, \quad (1.2)$$

где T_B – срок возврата KB , год;

Π_t – объем прибыли в t – году, руб.;

KB – капитальные вложения, руб.

Однако методически удобнее сравнивать не условные сроки возврата KB по формуле 1.2, а народнохозяйственные издержки в виде суммы KB и эксплуатационных затрат за определенный расчетный период. Минимум указанных издержек будет соответствовать наиболее выгодному варианту. При таком методическом подходе соблюдается условие 1.2, упрощаются расчеты.

Как показал анализ, при выборе рационального варианта развития сети дорог достаточно учесть прямые издержки на автотранспорте, рассматриваемые по формуле (1.3):

$$P_{\Pi} = KB_C + \sum_{1}^{T_{\Pi}} 3_A^t + \sum_{1}^{T_{\Pi}} 3_D^t, \quad (1.3)$$

где KB_C – капитальные вложения в дорожную сеть, руб.;

$3_A^t, 3_D^t$ – соответственно, транспортные и дорожно–эксплуатационные затраты по дорожной сети в t – году, руб.;

T_{Π} – условный срок возврата KB в дорожную сеть, год.

Однако было бы неправильно думать, что все задачи, касающиеся развития дорожной сети, должны оптимизироваться на основе показателя, рассчитываемого по формуле (1.3). Поскольку общим критерием эффективности является рост производительности труда, то по отношению к нему и должен решаться вопрос о выборе показателя оптимизации, полностью отвечающего этому критерию.

При решении вопросов, связанных с повышением транспортно-эксплуатационных качеств дорог за счет средств, относящихся к эксплуатационным затратам, методический подход к расчетам сравнительной эффективности вариантов возможен так же на основе сопоставления затрат и эффекта нарастающими итогами за условный срок. При этом этот срок должен быть несколько меньше, чем период службы данного конструктивного элемента дороги, повышающего ее транспортно-эксплуатационные качества. Такой подход в расчетах эффективности обеспечивает определенную выгоду для народного хозяйства. При равенстве затрат и эффекта роста производительности не происходит.

$$KB_C = Cq = n_0 \cdot (d_1 \cdot q + c_1)(t_1 + b_1 \cdot Q) \cdot l, \quad (1.4)$$

где Cq – строительная стоимость дороги, руб.;

n_0 – коэффициент, учитывающий, кроме затрат по дорожной одежде, стоимость других конструктивных элементов дороги $n_0 = 1,67$;

q – грузоподъемность транспортных средств для которых определяются затраты, тонн;

d_1 и c_1 – эмпирические коэффициенты, равные для автомобилей $d_1 = 0,737$ и $c_1 = 0,059$ и для автопоездов $d_1 = 0,775$ и $c_1 = 0,027$;

t_1 – расчетный эмпирический коэффициент $t_1 = 121500$ руб.;

b_1 – расчетный эмпирический коэффициент $b_1 = 16,5$ руб/т;

Q – объем груза перевозимый по i -тому участку дороги за определенный период времени, тонн;

l – длина участка дороги, км.

Годовая сумма дорожных эксплуатационных затрат $З_d^t$ определяется по формуле:

$$З_d^t = J_1/q + J_2 \cdot q + J_3, \quad (1.5)$$

где J_i – обобщенные коэффициенты.

$$J_1 = \frac{D \cdot l \cdot a_0}{r} (d + f \cdot Q), \quad (1.6)$$

где D – дни эксплуатации автомобильной дороги;

a_0, a_1, a_2 – эмпирические коэффициенты (смотри таблицу 6 приложения);

f – эмпирический коэффициент, $f = 0,0008$ руб/т·км;

r – коэффициент грузоподъемности;

$$J_2 = l \cdot \left[D \cdot r \cdot a_2 \cdot (d + f \cdot Q) + \frac{n_0 \cdot d_1}{T_{сл}} (t_1 + b_1 \cdot Q) \right], \quad (1.7)$$

где $T_{сл}$ – срок службы дорог, год;

$$\dot{O}_{\tilde{N}\tilde{E}} = \frac{\lg(N_{\tilde{I}\tilde{D}}) - \lg(N_0)}{\lg(1 + \alpha/100)}, \quad (1.8)$$

где N_0 – интенсивность движения транспортных единиц заданной грузоподъемности в исходном году в час максимальной загрузки дорог, ед/час;

$N_{пр}$ – пропускная способность дорог для этой же разновидности транспортных средств, ед/час;

α – процент роста объема перевозок по годам, %;

$$J_3 = l \cdot \left[\frac{n_0 \cdot C_1}{\dot{O}_{\tilde{N}\tilde{E}}} (t_1 + b_1 \cdot Q) + D \cdot a_1 \cdot (d + f \cdot Q) \right]. \quad (1.9)$$

$$З_a^t = Q \cdot D \cdot Sa, \quad (1.10)$$

где

$$Sa = \frac{1}{q_H \cdot \eta \cdot \beta} \left(\tilde{N}_{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{D}} \cdot l + \tilde{N}_{\tilde{I}\tilde{F}\tilde{N}} \cdot \frac{l + \beta \cdot V_T \cdot t_{I-D}}{V_T} \right) \text{ руб/ткм}, \quad (1.11)$$

или

$$Sa = \left(\frac{R_1}{q} + R_2 \cdot q + R_3 \right), \quad (1.12)$$

где

$$R_1 = \frac{1}{\gamma} \cdot \left[\frac{P \cdot l}{\beta} + \lambda \cdot \left(\frac{l}{\beta \cdot V_T} + M + M_0 \right) \right], \quad (1.13)$$

$$R_2 = \frac{\omega}{\gamma} \cdot \left(N + \frac{\gamma}{\ddot{I}_i} \right), \quad (1.14)$$

$$R_3 = \frac{1}{\gamma} \cdot \left(\frac{T \cdot l}{\beta} + \lambda \cdot \left(N + \frac{\gamma}{\ddot{I}_i} \right) + \omega \cdot \left(\frac{l}{\beta \cdot V_T} + M + M_0 \right) \right), \quad (1.15)$$

где T, P, λ, ω – соответствующие заданной разновидности транспортных средств и их колесной формуле эмпирические коэффициенты (смотри таблицу 8 приложения);

P_{II} – техническая производительность погрузочных средств, тонн/час;

M_0 – нерегламентированное время перерывов по организационным причинам, час, для самосвалов и специальных машин $M = 0,02, N = 0,003$, для бортовых $M = 0,009, N = 0,024$.

1.3 Методика и порядок выполнения работы

1.3.1 По заданию преподавателя выбирается участок улично-дорожной сети города определенной длины l .

1.3.2 Определяется число грузовых автомобилей и их марка проехавших данный участок дороги.

1.3.3 Определяется средняя грузоподъемность транспортных средств q и вычисляется общий объем груза Q перевозимый по этому участку дороги за определенный период времени.

1.3.4 Подсчитывается средняя интенсивность движения N_0 транспортных единиц заданной грузоподъемности в исходном году в час максимальной загрузки дорог и определяется пропускная способность N_{II} этого участка дороги.

1.3.5 После определения вышеуказанных параметров по формуле (3) определяются прямые издержки на автотранспорте, где составляющие капитальных вложений (KB_C), транспортных и дорожно–эксплуатационных затрат ($З_A^t, З_D^t$) по дорожной сети в t – году вычисляются соответственно по формулам (1.4), (1.5), (1.10).

1.3.6 Определяется эффект, вызываемый развитием дорожной сети. При этом определяется минимальная прибыль, которую должны иметь дорожные организации, чтобы использование участка дороги было экономически оправдано.

2. Эффективность перестройки кривых в плане малого радиуса

3.

2.1 Теоретическая часть

Движение автомобиля по криволинейным участкам дорог в плане небольшого радиуса вызывает ряд неудобств и отрицательных последствий:

- затрудняется управление автомобилем;
- снижается безопасность движения;
- снижается комфортабельность поездки;
- увеличивается расход топлива и шин;
- уменьшается скорость движения.

Эти отрицательные факты проявляются тем сильнее, чем меньше радиус кривой в плане. Поэтому, экономичность перевозок, безопасность и удобство движения с расчетной скоростью непосредственно зависят от радиуса кривой. Однако дать полную оценку его влияния на эффективность перевозок и безопасность движения не представляется возможным.

Увеличение радиуса кривой в плане приводит к росту технической скорости на этом участке дороги, сокращению числа дорожно–транспортных происшествий (ДТП), уменьшению эксплуатационной длины путей

сообщения. За счет изменения этих показателей в народном хозяйстве образуется эффект, включающий в себя следующие составляющие:

$$\mathcal{E}_R = \mathcal{E}_a^R + \mathcal{E}_o^R + \mathcal{E}_n^R, \quad (2.1)$$

где $\mathcal{E}_R$ – суммарный эффект в народном хозяйстве за счет увеличения радиуса кривой, руб;

$\mathcal{E}_a^R$ – экономия транспортных эксплуатационных затрат, руб.;

$\mathcal{E}_o^R$ – экономия дорожно-эксплуатационных затрат;

$\mathcal{E}_n^R$ – уменьшение потерь от ДТП, руб.

Решение задач по экономическому обоснованию эффективности перестройки участков дорог в плане с кривыми малого радиуса основывается на сопоставлении эффекта, вызываемого увеличением строительных затрат, необходимых для выполнения этих работ. Размер эффекта должен рассчитываться нарастающим итогом за период, равный условному сроку возврата строительных затрат. Если за указанный период сумма эффекта сравняется или превысит издержки на перестройку радиуса кривой, то производство таких работ будет экономически обоснованным.

Для расчета эффекта по составляющим формулы (2.1) необходимо установить соответствующие затраты до перестройки кривых в плане и после нее. Разница в величине этих затрат даст размер экономического эффекта.

В общем виде транспортно–эксплуатационные затраты для смешанного состава транспортного потока можно определить по следующей формуле:

$$Z_a = 365 \cdot N_C \cdot l_R \cdot \left(C'_{ПЕР} + \frac{C_{ПОСТ} + d'_{CP}}{V_T} \right), \quad (2.2)$$

где Z_a – транспортно–эксплуатационные затраты, руб/год;

N_C – среднегодовая интенсивность движения на дороге, авт/сут;

l_R – протяженность участка кривой в плане заданного радиуса, км;

V_T – средняя скорость движения транспортного потока на кривой того же радиуса, км/час;

$C'_{ПЕР}$ – средняя величина переменных затрат, руб/(авт·км);

$C'_{\text{пост}}$ – средняя величина постоянных затрат, руб/(авт·час);

$d'_{\text{ср}}$ – средняя величина часовой тарифной ставки водителя, руб/(авт·час).

Средние величины переменных и постоянных затрат, часовой тарифной ставки водителя в формуле (2.2) определяются как средневзвешенные для всего транспортного потока с учетом его состава по различным группам автомобилей.

Средняя скорость потока автомобилей зависит от его состава, интенсивности движения и радиуса кривой в плане. Скорость 50%-обеспеченности принято считать средней скоростью транспортного потока. Для ее определения на горизонтальных участках дорог с двумя полосами движения в ориентировочных расчетах можно использовать формулу:

$$V_0 = 52,0 - (0,019 - 0,00014\rho_{\text{л}})N_{\text{И}} + 0,22\rho_{\text{л}}, \quad (2.3)$$

где V_0 – средняя скорость потока на прямолинейном горизонтальном участке дороги, км/час;

$\rho_{\text{л}}$ – процент легковых автомобилей в транспортном потоке;

$N_{\text{И}}$ – часовая интенсивность движения, авт/час.

Средняя скорость движения транспортного потока для:

а) четырех полосного движения:

$$V_0 = 59,0 - (0,011 - 0,00012\rho_{\text{л}}) \cdot 0,1N_{\text{И}} + 0,21\rho_{\text{л}} \text{ км/час}; \quad (2.4)$$

б) шести полосного движения:

$$V_0 = 62,0 - (0,008 - 0,0001\rho_{\text{л}}) \cdot 0,1N_{\text{И}} + 0,2\rho_{\text{л}} \text{ км/час}; \quad (2.5)$$

в) восьми полосного движения:

$$V_0 = 64,0 - (0,006 - 0,00008\rho_{\text{л}}) \cdot 0,1N_{\text{И}} + 0,19\rho_{\text{л}} \text{ км/час}. \quad (2.6)$$

При невысокой плотности и загрузки дорог влияния интенсивности движения на скоростной режим незначительно. Увеличение доли легковых автомобилей в транспортном потоке приводит к росту средней скорости. влияние радиуса кривой в плане может быть оценено по зависимости:

$$V_T^R = V_0 - 1540/R \quad (2.7)$$

где R – радиус кривой в плане, м.

Скорость 50%– обеспеченности на прямолинейном участке дороги можно получить путем построения кумулятивной кривой значений мгновенных скоростей движения транспортных средств, которые определяют по данным специальных наблюдений.

Увеличение радиуса кривой в плане при проектировании дороги приводит к увеличению длины трассы (рисунок 2.1). Протяженность пути от А до Б при исходном радиусе кривой R_0 составляет

$$l_{R0} = 2tg \frac{\alpha_i}{2} (R_i - R_0) + \frac{\pi R_0 \alpha_i}{180}, \quad (2.8)$$

где α_i – угол поворота трассы дороги в градусах;

R_0 – исходный радиус кривой в плане, м;

R_i – проектируемый радиус кривой в плане, м.

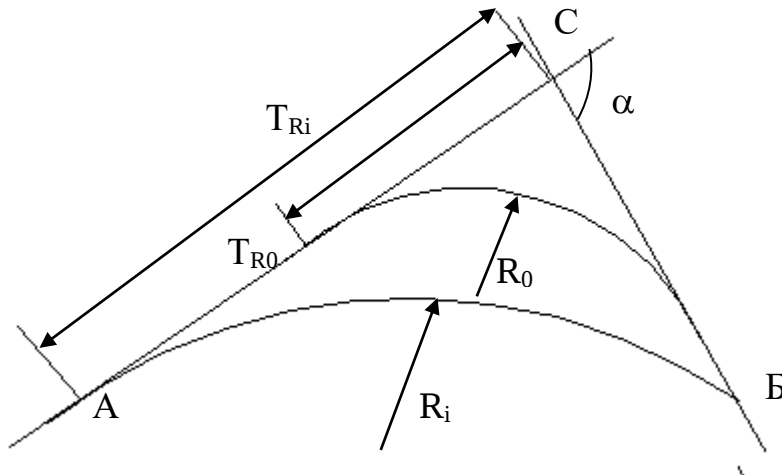


Рисунок 1.1 – Схема к расчету пробега автомобиля по дороге с кривыми в плане различного радиуса (исходная и проектируемая кривые в плане)

Протяженность пути от А до Б при проектируемом радиусе кривой R_i определяется по формуле:

$$l_{Ri} = \frac{\pi \cdot R_i \cdot \alpha_i}{180}, \quad (2.9)$$

Подставляя в выражение (2.2) значения l_{R0} , l_{Ri} , можно определить транспортные эксплуатационные затраты с соответствующими радиусами

кривых в плане. Разница в этих затратах при значениях кривой R_0 и R_i за расчетный период устанавливается по формуле:

$$\mathfrak{Z}a^R = 3a - 3'a, \text{руб.} \quad (2.10)$$

или

$$\mathfrak{Z}_a^R = 0,365N_c\delta_l \left\{ \left[2tg \frac{\alpha_i}{2} (R_i - R_0) + \frac{\pi R_0 \alpha_i}{180} \right] \cdot \left(C'_{ПЕР} + \frac{C'_{ПОСТ} d'_{CP}}{V_0 - 1540 / R_0} \right) - \left[-\frac{\pi R_i \alpha_i}{180} \cdot \left(C'_{ПЕР} + \frac{C'_{ПОСТ} d'_{CP}}{V_0 - 1540 / R_i} \right) \right] \right\}, \quad (2.11)$$

где δ_l – период суммирования дорожно-транспортных и эксплуатационных затрат, равный условному сроку возврата капиталовложений в дорожную сеть:

$$\delta_l = T_{ц} \left(1 + \frac{\alpha_P T_{ц}}{2} \right), \quad (2.12)$$

где $T_{ц}$ – условный срок возврата капиталовложений в дорожную сеть (10 – 20 лет);

α_P – размер ежегодного роста объема перевозок.

При увеличении радиуса кривой в плане уменьшается протяженность дорог, что обеспечивает в народном хозяйстве эффект за счет снижения дорожно-транспортных затрат. В зависимости от интенсивности движения на дороге их можно усредненно определить по формуле:

$$З_d^0 = 2170 + 0,48N_c, \quad (2.13)$$

где $З_d^0$ – годовая сумма дорожных эксплуатационных затрат, руб/ткм.

Уменьшение протяженности дорог при увеличении радиуса кривой в плане от R_0 до R_i с учетом формул (2.8) и (2.9) составляет:

$$\Delta l = (R_i - R_0) \cdot 2tg \frac{\alpha_i}{2} - \frac{\pi \alpha_i}{180}, \quad (2.14)$$

где Δl – уменьшение протяженности дороги, м.

С учетом формул (2.13) и (2.14) за расчетный период размер эффекта от сокращения дорожно-транспортных затрат составляет:

$$\mathcal{E}_D^R = \frac{2170 + 0,48N_c}{1000} \cdot \delta_1 (R_i - R_0) \cdot \left(2\operatorname{tg} \frac{\alpha_i}{2} - \frac{\pi\alpha_i}{180} \right), \text{ руб.} \quad (2.15)$$

Потери от ДТП на участках с одинаковыми дорожными условиями можно определить по формуле:

$$З_{II} = 3,65 \cdot 10^{-7} \cdot n_i \cdot C_n \cdot m_i \cdot l_i \cdot NC, \text{ руб.} \quad (2.16)$$

где $З_{II}$ – потери от ДТП, руб/год;

n_i – количество ДТП на один миллион автомобиле-километров пробега, зависящее от дорожных условий;

C_n – средние потери от одного ДТП, руб;

l_i – протяженность участка дороги, на котором проявляется влияние особых дорожных происшествий, м;

m_i – стоимостной коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП.

$$n_i = n_R = 0,27(0,9 + 405/R_i), \quad (2.17)$$

где R_i – проектируемый радиус кривой в плане до 2000 м.

В формуле (2.17) выражение в скобках характеризует относительное число ДТП на кривых с различными радиусами. Тяжесть ДТП на кривых учитывают с коэффициентом $m_R = 0,75$ при R меньших 350 метров. Если R больше 350 метров, то $m_R = 1$.

С учетом формул (2.8), (2.9) и (2.10) суммарный эффект за счет уменьшения потерь от ДТП за расчетный период можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_{II}^R = 0,99 \cdot 10^{-7} \cdot C_n N_c \delta_1 \left\{ m_{R0} \left(0,9 + \frac{405}{R_0} \right) \left[\frac{\pi R_0 \alpha_i}{180} + 2(R_i - R_0) \operatorname{tg} \frac{\alpha_i}{2} \right] - \left[-m_{Ri} \frac{\pi R_i \alpha_i}{180} \left(0,9 + \frac{405}{R_i} \right) \right] \right\}, \text{ руб.} \quad (2.18)$$

При расчете затрат на перестройку участка кривой в плане необходимо учитывать местные условия прохождения трассы дороги, а так же возможность использования строительных материалов из существующей дороги. Зная единичную стоимость работ и угол поворота трассы дороги, общие затраты на перестройку кривой в зависимости от ее радиуса можно определить по формуле:

$$K_{Ri} = \frac{\pi R_i \alpha_i C_{KP}}{180}, \quad (2.19)$$

где K_{Ri} – затраты на перестройку кривой в плане, руб;

C_{KP} – единичная стоимость работ, руб/пм.

2.2 Порядок выполнения работы

2.1 По заданию преподавателя выбирается криволинейный участок улично-дорожной сети города определенного радиуса.

2.2 Для этого участка определяется часовая и среднегодовая интенсивность движения, протяженность участка кривой в плане заданного радиуса, средняя скорость движения транспортного потока.

2.3 С учетом формулы (2.2), определяются транспортно-эксплуатационные затраты для смешанного состава транспортного потока и далее при помощи формул (2.10) и (2.11) определяем экономию транспортных эксплуатационных затрат $\mathcal{E}_a^R$.

2.4 По формуле (2.15) определяется размер эффекта от сокращения дорожно–транспортных затрат.

2.5 По формуле (2.18) определяется эффект за счет уменьшения потерь от ДТП за расчетный период.

2.6 Используя формулу (2.1) рассчитывается суммарный хозяйственный эффект вызванный перестройкой кривых в плане малого радиуса.

2.7 Зная единичную стоимость работ и угол поворота трассы дороги, определяются общие затраты на перестройку кривой в зависимости от ее радиуса используя формулу (2.19).

2.8 Сопоставляя между собой суммарный эффект в народном хозяйстве, рассчитываемый по формуле (2.1) (с учетом формул (2.11), (2.15) и (2.18)) с величиной затрат, необходимых на перестройку кривой (формула (2.19)), устанавливают ее экономической целесообразность и делаем соответствующие выводы.

3. Эффективность перестройки продольных уклонов

3.1 Теоретическая часть

Уменьшение продольных уклонов на автомобильных дорогах способствует снижению себестоимости перевозок за счет роста технической скорости (V_T) подвижного состава и уменьшения расхода топлива при движении на подъемах. Ликвидация на дороге неудобных и опасных для движения участков с высокими продольными уклонами сокращает относительное число ДТП. Все это дает возможность получить в народном хозяйстве эффект:

$$\mathcal{E}_y = \mathcal{E}_A^y + \mathcal{E}_n^y, \quad (3.1)$$

где $\mathcal{E}_y$ – суммарный эффект в народном хозяйстве за счет уменьшения продольных уклонов, руб.;

$\mathcal{E}_A^y$ – экономия на транспортно–эксплуатационных затратах, руб.;

$\mathcal{E}_n^y$ – уменьшение потерь от ДТП, руб.

Составляющие суммарного эффекта в формуле (3.1) следует рассчитывать за условный срок возврата затрат, необходимых для перестройки существующего продольного уклона. Если за указанный период размер эффекта превысит строительный затраты, то перестройка такого участка будет экономически целесообразна.

По данным наблюдений за скоростным режимом движения автомобилей на уклонах различной величины, установлена следующая обобщенная зависимость средней скорости движения на подъеме и величиной продольного уклона, равная

$$V_T^y = \frac{V_0^y}{1 + \theta \cdot i^2}, \text{ км/ч,} \quad (3.2)$$

где V_T^y – средняя установившаяся скорость движения на подъеме, км/ч;

i – продольный уклон в долях единицы;

θ – эмпирический коэффициент, равный 375,0;

V_0^y – скорость при въезде на подъем, км/час.

Влияние продольного уклона на изменение переменных затрат может быть учтено с помощью относительного коэффициента суммарного сопротивления дороги, рассчитываемого по эмпирической зависимости:

$$K_y = 1 + 32 \cdot i + 120 \cdot i^2. \quad (3.3)$$

В соответствии с расчетной схемой, представленной на рисунке 2, имеем:

$$l'_y = \frac{l_y (i_y \pm i_2)}{i \pm i_2}, \quad (3.4)$$

где l'_y, l_y – длины проектируемого и существующего уклона, м;

i, i_y, i_2 – проектируемый, существующий и последующий за ним уклоны в долях единицы.

Протяженность участка дороги с уклоном i_2 , также подлежащего перестройке, определяется по формуле:

$$l_2 = \frac{l_y (i_y - i)}{i \pm i_2}, \text{ м.} \quad (3.5)$$

В формулах (3.4) и (3.5) знак перед i_2 принимают в зависимости от направления этого уклона. Если за перестраиваемым уклоном следует спуск, то перед i_2 принимается знак «плюс», а если дорога идет на подъем, то ставят знак «минус».

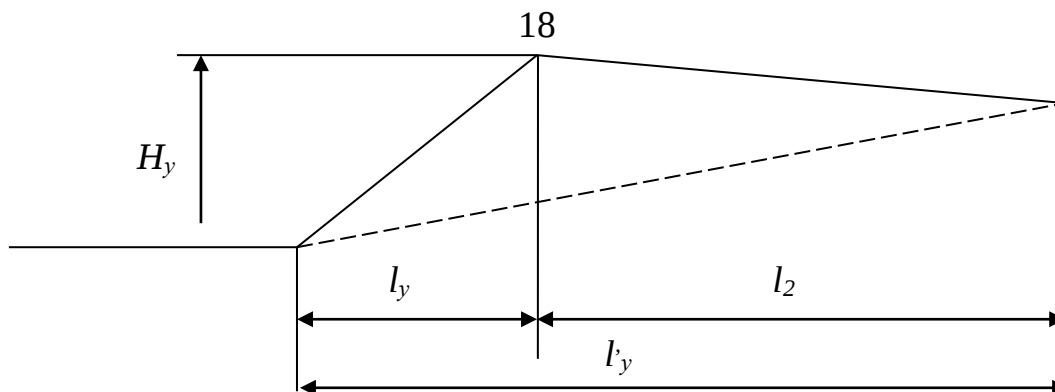


Рисунок 3.1 – Расчетная схема для установления взаимосвязи между длинами проектируемого и перестраиваемого уклона

Для расчета экономии транспортных эксплуатационных затрат используется формула (3.1), в которой необходимо учесть влияние продольного уклона на величину технической скорости и переменных затрат с помощью выражений (3.2) и (3.3). Транспортные эксплуатационные затраты определяют на участке l_y' для двух вариантов осуществления перевозок: до перестройки уклона и после нее. Их разница будет представлять собой эффект, который за расчетный период составит:

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_a^y &= \frac{0,365 \cdot N_c \cdot \delta_1}{2} \cdot \left\{ l_y \left[C'_{ПЕР} (1 + 32 \cdot i_y + 120 \cdot i_y^2) + \frac{(C'_{ПОСТ} + d'_{СР})(1 + \theta \cdot i_y^2)}{V_0^y} \right] + \right. \\ &+ \frac{l_y (i_y - i)}{i \pm i_2} \left[C'_{ПЕР} (1 + 32 \cdot i_2 + 120 \cdot i_2^2) + \frac{(C'_{ПОСТ} + d'_{СР})(1 + \theta \cdot i_2^2)}{V_0^y} \right] - \\ &\left. - \frac{l_y (i_y \pm i_2)}{i \pm i_2} \left[C'_{ПЕР} (1 + 32 \cdot i + 120 \cdot i^2) + \frac{(C'_{ПОСТ} + d'_{СР})(1 + \theta \cdot i^2)}{V_0^y} \right] \right\}, \end{aligned} \quad (3.6)$$

где l_y – длина перестраиваемого уклона, м.

Формулой (3.6) учтено, что изменение постоянных и переменных затрат будет происходить только для той части общего транспортного потока, которая движется в сторону подъема. Ориентировочно она принята равной половине среднегодовой суточной интенсивности движения на дороге в обоих направлениях.

При расчете потерь от ДТП на участках дорог с различными продольными уклонами необходимо знать количество ДТП, зависящее от величины уклона. По опубликованным данным установлена следующая приближенная зависимость:

$$n_y = 0,27 (0,85 + 493,8 \cdot i^2), \quad (3.7)$$

где n_y – число ДТП на 1 млн. авт. км пробега.

Подставляя в формулу (3.7) соответствующие выражения для определения длин участков и числа ДТП можно определить потери от ДТП на участке дороги с заданным продольным уклоном. Разница в величине этих потерь до и после перестройки будет представлять собой соответствующий эффект, рассчитываемый по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n^y = & 3,65 \cdot 10^{-7} \cdot N_c \cdot C_n \cdot m_y \cdot \delta_l \left\{ l_y \left[0,27 (0,85 + 493,8 \cdot i_y^2) \right] + \right. \\ & + \frac{l_y (i_y - i)}{i \pm i_2} \left[0,27 (0,85 + 493,8 \cdot i_2^2) \right] - \frac{l_y (i_y \pm i_2)}{i \pm i_2} \left[0,27 (0,85 + 493,8 \cdot i^2) \right] \left. \right\}, \end{aligned} \quad (3.8)$$

где $m_y = 1,4$ – стоимостной коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП на уклонах более 30 ‰.

Расчет затрат, необходимых на перестройку продольного уклона, следует осуществлять в соответствии с местными условиями прохождения трассы путем составления ориентировочных сметных расчетов или по укрупненным показателям стоимости основных конструктивных элементов: земляного полотна и дорожной одежды. Для подсчета объема земляных работ необходимо установить места срезки или досыпки грунта в насыпь. В соответствии с расчетной схемой (рисунок 3.1) срезка грунта производится

на всем протяжении уклона i с образованием выемки. По формуле Мурзо для коэффициента заложения откосов 1,5 имеем:

$$Q_3 = \frac{L_i}{2} [H_1(H_1 + B_1) + H_2(H_2 + B_2) + H_1H_2 + 4 \cdot \omega_c], \quad (3.9)$$

где Q_3 – объем земляных работ, м³;

L_i – длина перестраиваемого участка дороги, м;

H_1, H_2 – рабочие отметки по бровке земляного полотна, соответствующие началу и концу перестраиваемого участка дороги, м;

B_1 – ширина выемки на уровне бровки откоса земляного полотна, м;

ω_c – площадь сечения кювета, м².

Если ω_c равна нулю и рабочие отметки начала и конца уклона тоже равны нулю, формулу (3.9) для схемы (рисунок 3.1) запишем в виде:

$$Q_3 = \frac{L_y}{2} \cdot H_y(H_y + B_1) + \frac{L_2}{2} \cdot H_y(H_y + B_1), \quad (3.10)$$

где H_y – рабочая отметка в конце уклона i_y , м.

Подставляя в (3.10) вместо l_2 выражение из формулы (3.5) и считая, что рабочая отметка $H_y = l_y(i_y - i)$, после преобразования имеем:

$$Q_3 = \frac{l_y}{2} \left(1 + \frac{i_y - i}{i \pm i_2} \right) [l_y^2(i_y - i)^2 + B_1 l_y(i_y - i)], \quad (3.11)$$

Зная среднюю стоимость производства единицы земляных работ и их объем Q_3 , зависящий от продольного уклона, можно установить затраты на перестройку земляного полотна в обобщенном виде в зависимости от продольного уклона. По средней стоимости единицы работ на строительство дорожной одежды и протяженности перестраиваемого участка можно также найти общую стоимость этих работ в функции от продольного уклона по формуле:

$$C_{P0} = \frac{C_0 \cdot b_0 \cdot l_y(i_y \pm i_2)}{i \pm i_2}, \quad (3.12)$$

где C_{P0} – затраты на перестройку дорожной одежды, руб;

C_0 – единичная расценка, руб/м²;

b_0 – ширина дорожной одежды, м.

3.2 Порядок выполнения работы

3.1 По заданию преподавателя выбирается участок улично-дорожной сети города определенного уклона.

3.2 Для этого участка определяется часовая и среднегодовая интенсивность движения, длина существующего уклона, существующий и последующий за ним уклоны, скорость автомобиля при въезде на подъем; рабочие отметки по бровке земляного полотна, ширина выемки на уровне бровки откоса земляного полотна и площадь сечения кювета, м².

3.3 Устанавливаются: длина проектируемого уклона и проектируемого угла уклона в долях единицы, ширина дорожной одежды.

3.4 Вычерчивается расчетная схема для установления взаимосвязи между длинами проектируемого и перестраиваемого уклона.

3.5 Используя формулы (3.6) и (3.8) определяются экономия на транспортно-эксплуатационных затратах, уменьшение потерь от ДТП и далее по формуле (3.1) определяют суммарный эффект в народном хозяйстве за счет уменьшения продольных уклонов.

3.6 В соответствии с местными условиями прохождения трассы рассчитывают затраты, необходимые на перестройку продольного уклона по укрупненным показателям стоимости основных конструктивных элементов: земляного полотна и дорожной одежды. При этом зная среднюю стоимость производства единицы земляных работ и их объем Q_3 (формула (3.11)) устанавливают затраты на перестройку земляного полотна, а по средней стоимости единицы работ на строительство дорожной одежды и протяженности перестраиваемого участка находят по формуле (3.12) затраты на перестройку дорожной одежды.

3.7 Сопоставляя между собой суммарный эффект в народном хозяйстве, рассчитываемый по формуле (4.1) с величиной затрат, необходимых на перестройку продольного уклона, устанавливают ее экономической целесообразность и делают соответствующие выводы.

4. Эффективность уширения обочин

4.1 Теоретическая часть

Скорость движения транспортного потока и аварийность на автомобильных дорогах зависят от ширины обочин. При их ширине, не соответствующей требованиям автомобильного движения, снижается скорость транспортного потока и увеличивается относительное число ДТП. Поэтому уширение обочин является необходимой мерой повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. За счёт этого в народном хозяйстве образуется эффект, включающий составляющие:

$$\mathcal{E}_O = \mathcal{E}_A^O + \mathcal{E}_П^O, \quad (4.1)$$

где $\mathcal{E}_O$ – суммарный эффект, вызываемый увеличением ширины обочины, руб.;

$\mathcal{E}_A^O$ – экономия транспортно-эксплуатационных затрат, руб.;

$\mathcal{E}_П^O$ – уменьшение потерь от ДТП, руб.

Решение задачи по выбору необходимого размера уширения обочин основывается на сопоставлении суммарного эффекта, получаемого в народном хозяйстве за отчетный период, с величиной затрат, необходимых для производства соответствующих работ. Экономическая эффективность такого технического мероприятия будет обоснована, если эффект сравняется или превысит эти затраты.

Для расчета экономии транспортных эксплуатационных затрат за счет уширения обочин необходимо установить количественную взаимосвязь между шириной и скоростью движения транспортного потока. Мгновенные

скорости движения автомобилей в транспортном потоке зависят от ширины обочин в месте производства замеров, при этом имеет место приближенная закономерность:

$$V_T^J = \omega_1 + \omega_0 \cdot b, \quad (4.2)$$

где V_T^J – средняя скорость движения, км/ч;

b – ширина обочин, м;

ω_1, ω_0 – некоторые эмпирические коэффициенты, устанавливаемые расчетным путем.

Значения коэффициентов ω_1 и ω_0 зависят от разновидности транспортных средств, для которых определяется средняя скорость движения. В среднем для всего транспортного потока их значения составляют соответственно 57,0 и 4,7 при ширине обочин от 1 до 3,5 метра.

С учетом зависимости (4.2) суммарная экономия транспортных эксплуатационных затрат за расчетный период составит:

$$\mathcal{E}_a^0 = 365 \cdot N_C \cdot l_0 \cdot \delta_1 \frac{\omega_0 (C'_{ПЕР} + d'_{CP}) (b_i - b_\phi)}{(\omega_1 + \omega_0 \cdot b_\phi) (\omega_1 + \omega_0 \cdot b_i)}, \quad (4.3)$$

где l_0 – протяженность участка дороги где выполняется уширение обочин, км;

b_ϕ – размер фактической ширины обочин, м;

b_i – размер уширенной обочины, м.

При расширении обочин только с одной стороны проезжей части дороги среднесуточная интенсивность движения в формуле (4.3) учитывается для того направления, по которому производится уширение.

Влияние ширины обочины на количество ДТП оценивается по приближенной зависимости:

$$n_0 = 0,27 (2,1 - 0,37 b_i), \quad (4.4)$$

где n_0 – число ДТП на дорогах с различной шириной обочин в расчете на 1 млн авт. км пробега.

Выражение, заключенное в скобках в формуле (4.4) характеризует собой относительное число ДТП при укрепленных обочинах и их ширина более 0,5 м.

С учетом (4.4) эффект от уменьшения потерь ДТП за счет уширения обочин может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E}_G^O = 365 \cdot 10^{-7} \cdot N_C \cdot l_0 \cdot C_{II} \cdot m_{OB} \cdot \delta_1(b_i - b_\phi), \quad (4.5)$$

где m_0 – стоимостной коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП от различной ширины обочин.

Размер затрат, связанных с уширением обочин, следует определять с учетом рельефа местности, по которой проходит трасса дороги. Такие работы в ряде случаев не требуют больших затрат. Для укрупненного их расчета необходимо знать объем досыпки грунта в насыпь или разработки его в выемке при доведении ширины обочины до требуемой величины, а также среднюю стоимость единицы работ данного вида.

При расширении обочин с обеих сторон проезжей части дороги, проходящей в насыпи, размер необходимых затрат можно определить ориентировочно по формуле:

$$Z_{OB} = 2000 \cdot C_3 \cdot h_H \cdot l_0 (b_i - b_\phi), \quad (4.6)$$

где Z_{OB} – затраты на уширение обочин с двух сторон на одинаковую величину, руб;

C_3 – средняя стоимость единицы работ, руб./м³;

h_H – средняя высота насыпи земляного полотна на участке уширения обочин.

Из уравнения равенства эффекта и затрат на уширение обочин, рассчитываемых по формулам (4.3), (4.5) и (4.6), имеем:

$$N_c = \frac{2000 \cdot C_3 \cdot h_H (\omega_1 + \omega_0 \cdot b_\phi) (\omega_1 + \omega_0 \cdot b_i)}{365 \cdot \delta_1 \left[\omega_0 (C'_{ПЕР} + d'_{CP}) + 10^{-7} \cdot C_{II} \cdot \omega_{OB} (\omega_1 + \omega_0 \cdot b_\phi) (\omega_1 + \omega_0 \cdot b_i) \right]}, \quad (4.7)$$

По формуле (4.7) можно определить минимальную суточную интенсивность движения, при которой экономически оправдано уширение обочин на дороге.

4.2 Порядок выполнения работы

4.1 По заданию преподавателя выбирается участок улично-дорожной сети города с определенной шириной обочины.

4.2 Для этого участка определяется часовая и среднегодовая интенсивность движения, длина, фактическая ширины обочин и предполагаемый размер уширенной обочины, средняя высота насыпи земляного полотна.

4.3 Вычерчивается расчетная схема участка дороги, с указанием необходимых размеров.

4.4 Используя формулы (4.4) и (4.5) определяются экономия транспортных эксплуатационных затрат за расчетный период и эффект от уменьшения потерь ДТП и далее по формуле (4.1) определяют суммарный эффект в народном хозяйстве, вызываемый увеличением ширины обочины.

4.5 По формуле (4.6) определяют размер необходимых затрат при расширении обочин с обеих сторон проезжей части дороги.

4.6 Сопоставляя между собой суммарный эффект в народном хозяйстве, рассчитываемый по формуле (4.1) с величиной затрат, необходимых для уширения обочины, устанавливают экономической целесообразность и делают соответствующие выводы.

Приложение 1

Классификация дорог общественного пользования по расчетам интенсивности движения в транспортных единицах

Категория дорог	I – а	I – б	II	III	IV	V
Расчетная интенсивность движения, авт/сут	Св. 7000	Св. 7000	3000 - 7000	1000 - 3000	100 - 1000	До 100

Приложение 2

Расчетные скорости по категориям дорог, км/ч

Техническая категория дороги	Основная	Допускаемая скорость на трудных участках местности		
		Пересеченной	Горной	Городской
I - а	150	120	80	До 60
I – б	120	100	60	- // -
II	120	100	60	- // -
III	100	80	50	- // -
IV	80	60	40	- // -
V	60	40	30	- // -

Приложение 3

Предельные параметры дорог

Расчетная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон,	Мин. Расстояние видимости для остановки автомобиля, м	Минимальные радиусы кривых в плане, м		
			Основн ые	В горах	В городе
150	30	300	1200	1000	800
120	40	250	800	600	400
100	50	200	600	400	300
80	60	150	300	250	200
60	70	85	150	125	100
50	80	75	100	100	80
40	90	55	60	60	40
30	100	45	30	30	20

Приложение 4

Значение эмпирических коэффициентов для одиночных грузовых
автомобилей

Коэффициенты	Бортовые а/м (4×2)	А/м – самосвалы (4×2)	Бортовые а/м (6×4)	А/м самосвал (6×4)
m_0	- 0,307	0,357	-1,371	0,087
m_1	1,694	1,66	1,086	1,724
m_2	-0,054	-0,57	0,026	-0,062

Приложение 5

Значение эмпирических коэффициентов для автопоездов

Коэффициенты	Тягач с прицепом (4×2 + 4)	Тягач с полуприцепом (4×2 + 2)	Тягач с прицепом (6×4 + 4)	Тягач с полуприцепом (6×4 + 4)
m'_0	0,563	22,407	-2,361	10,811
m'_1	0,798	-3,770	0,571	-0,757
m'_2	-0,013	0,211	-0,005	0,026

Приложение 6

Значение эмпирических коэффициентов для расчета
коэффициентов приведения

Тип подвижного состава	Колесная формула	a_0	a_1	a_2
Бортовые а/м	4×2	1,284	-1,377	0,307
А/м самосвалы	4×2	2,508	-1,797	0,355
Бортовые а/м	6×4	99,102	-24,230	1,521
А/м самосвалы	6×4	120,211	-30,239	1,927
Тягачи с прицепом	4×2 + 4	0,769	-0,608	0,082
Тягачи с прицепом	6×4 + 4	4,895	-1,712	0,105
Тягачи с полуприцепом	4×2 + 2	40,185	-9,407	0,587
Тягачи с полуприцепом	6×4 + 2	-55,024	4,941	-0,047

Коэффициенты для приведения автомобилей и автопоездов

к расчетной нагрузке

Марка а/м и автопоезда	Колесная формула	Грузоподъемность, q_n , т	Суммарный коэффициент приведения к расчетной нагрузке
УАЗ – 451 ДМ	4×2	1,0	0,003
ГАЗ – 52 – 04	4×2	2,5	0,116
ГАЗ – 53А (ГАЗ – 3307)	4×2	4,0	0,779
ЗиЛ – 130	4×2	5,0	2,056
ЗиЛ – 130 – 80	4×2	6,0	3,573
МАЗ – 5335	4×2	8,0	10,453
МАЗ – 53352	4×2	8,4	11,056
КамАЗ – 5320	6×4	8,0	2,680
ЗиЛ – 133Г1	6×4	8,0	2,954
КамАЗ – 53212	6×4	10,0	8,978
ЗиЛ – 133ГЯ	6×4	10,0	6,813
КрАЗ – 257Б1	6×4	12,0	27,441
МАЗ – 516Б	6×4	14,5	24,634
МАЗ – 514	6×4	14,0	23,007
Автомобили – самосвалы			
САЗ – 3504	4×2	2,25	0,139
САЗ – 3503	4×2	2,40	0,129
САЗ – 3502	4×2	3,20	0,727
ГАЗ – САЗ – 53Б	4×2	3,55	0,756
ЗиЛ – ММЗ – 555	4×2	5,25	2,302
ЗиЛ – ММЗ – 554М	4×2	5,50	3,591
ЗиЛ ММЗ – 4502	4×2	5,80	3,745
МАЗ – 503Б	4×2	7,00	7,806
МАЗ – 5549	4×2	8,00	10,654
КамАЗ – 55102	6×4	7,00	2,903
КамАЗ – 5511	6×4	10,00	10,467
КрАЗ – 256Б1	6×4	12,00	34,782
Автопоезда в составе автомобиля-тягача с прицепом			
ГАЗ – 53А + 2ПН – 4	4×2 + 4	7,00	0,842
ЗиЛ – 130 + ГКБ – 817	4×2 + 4	11,50	3,936

МАЗ – 5335 + МАЗ – 8926	4×2 + 4	16,00	12,430
ЗиЛ – ММЗ – 555 + 2АСП - 4,5	4×2 + 4	9,00	1,725
МАЗ – 503Б + АСП – 7	4×2 + 4	14,00	9,531
МАЗ – 500А + МАЗ – 886	4×2 + 4	16,50	12,521
КамАЗ – 5320 + ГКБ – 8350	6×4 + 4	16,00	4,432
КамАЗ – 53212 + ГКБ – 8352	6×4 + 4	20,00	12,764
МАЗ – 514 + ГКБ – 8370	6×4 + 4	26,00	31,585
Автопоезда в составе седельного тягача с полуприцепом			
ЗиЛ – 130В1 + ОдАЗ – 885	4×2 + 4	7,5	2,135
КАЗ – 608В + ПБ – 0806	4×2 + 4	8,0	1,958
МАЗ – 5429 + МАЗ – 5245	4×2 + 4	13,5	18,588
МАЗ – 5429 + МАЗ – 93801	4×2 + 4	13,5	19,705
КамАЗ – 5410 + ОдАЗ – 9370	6×4 + 4	14,2	5,714
МАЗ – 6422 + МАЗ – 5205А	6×4 + 4	20,0	25,098
КрАЗ – 258Б + ЧМЗАП – 9991	6×4 + 4	27,0	44,305

$$K_0 = a_0 + a_1 * qH + a_2 * qH^2,$$

$$C_{ПЕР} = P + T * q,$$

$$C_{ПОСТ} = \lambda + \omega * q.$$

Значения эмпирических коэффициентов для расчета переменных и постоянных затрат ($C_{ПЕР}$ и $C_{ПОСТ}$)

Тип транспортного средства	Колесная формула	P	T	λ	ω
Бортовые а/м	4×2	0,0614	0,0032	0,8638	0,0668
А/м самосвалы	4×2	0,0817	0,0037	0,8734	0,0693
Бортовые а/м	6×4	0,1191	0,0017	0,8638	0,0682
Самосвалы	6×4	0,0697	0,0050	0,8682	0,0668
А/м с прицепом	4×2 + 4	0,1038	0,0025	0,9339	0,0723
А/м с прицепом	6×4 + 4	0,1598	0,0017	0,9339	0,0723
А/м с полуприцепом	4×2 + 2	0,1319	0,0013	0,9339	0,0723
А/м с полуприцепом	6×4 + 4	0,1579	0,0026	0,9339	0,0723
Другие а/м и автопоезда	-	0,0761	0,0057	0,8191	0,0777

Затраты на ремонт и содержание автомобильных дорог

Наименование вида ремонта и тип покрытия	Ежегодные затраты на 1 км дороги, тыс. руб., при различной суточной интенсивности			
	500 - 1000	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 – 6000
Цементобетонные				
- Содержание и текущий ремонт	0,8 – 1,0	0,9 – 1,1	1,0 – 1,3	1,1 – 1,5
- Другие виды ремонта	0,9 – 1,5	1,0 – 1,8	1,1 – 1,9	1,3 – 2,1
Асфальтобетонные				
- Содержание и текущий ремонт	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9	0,8 – 1,0	0,9 – 1,1
- Средний ремонт	0,3 – 0,5	0,5 – 0,8	0,6 – 0,9	0,6 – 1,1
Продолжительность таблицы 9				
- Капитальный ремонт	0,9 – 1,6	1,3 – 1,8	1,5 – 2,0	1,8 – 2,2
Щебеночные с вяжущими				
- Содержание и текущий ремонт	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9	0,8 – 1,0	0,9 – 1,1
- Средний ремонт	0,5 – 0,6	0,6 – 0,9	0,8 – 1,0	0,8 – 1,2
- Капитальный ремонт	0,9 – 1,6	1,3 – 1,9	1,5 – 2,3	1,9 – 2,5

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**«Научные основы технологии и организации строительства и ремонта
автомобильных дорог»**

для студентов по направлению подготовки магистратуры

08.04.01 «Строительство»

Направленность (профиль) Проектирование, строительство и эксплуатация
автомобильных дорог
(всех форм обучения)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

**ДЕПАРТАМЕНТ «СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И
ПРОТОТИПИРОВАНИЯ»**

Дисциплина:

**«Научные основы технологии и организации строительства и
ремонта автомобильных дорог»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Для студентов направления

08.04.01 «Строительство»

Направленность (профиль):

**«Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных
дорог»**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Общие сведения
3. Виды практических занятий
4. Подготовка к практическому занятию
5. Практическая работа №1. Научные основы технологии дорожного строительства
6. Практическая работа №2. Методология исследования технологических процессов
7. Практическая работа №3. Организационно-технологическое проектирование
8. Практическая работа №4. Календарное планирование дорожных работ
9. Практическая работа №5. Сетевые модели и управление сроками
10. Практическая работа №6. Поточная организация строительства дорог
11. Практическая работа №7. Ресурсное обеспечение дорожного производства
12. Практическая работа №8. Технология устройства земляного полотна
13. Практическая работа №9. Технология устройства дорожных оснований
14. Практическая работа №10. Технология устройства асфальтобетонных покрытий
15. Практическая работа №11. Технология устройства цементобетонных покрытий
16. Практическая работа №12. Контроль качества и приемка работ
17. Практическая работа №13. Организация содержания автомобильных дорог

18. Практическая работа №14. Диагностика технического состояния дорог
19. Практическая работа №15. Технологии ремонта дорожных одежд
20. Практическая работа №16. Производственная безопасность и управление рисками
21. Практическая работа №17. Экологическое сопровождение и устойчивое развитие
22. Практическая работа №18. Цифровые технологии и технико-экономическая оценка решений

ВВЕДЕНИЕ

Современное дорожное строительство представляет собой сложную, высокотехнологичную отрасль, определяющую уровень развития транспортной инфраструктуры и экономики государства. В условиях непрерывного роста интенсивности движения и ужесточения требований к долговечности дорожных покрытий ключевую роль в обеспечении качества процессов играют научные основы технологии и организации строительного производства. Дисциплина «Научные основы технологии и организации строительства и ремонта автомобильных дорог» является фундаментальной для магистров направления подготовки, связанного с транспортным строительством, интегрируя знания о передовых методах проектирования и управления производством.

Целью изучения данной дисциплины является формирование у обучающихся системного инженерного мышления, позволяющего принимать обоснованные управленческие и организационно-технологические решения. Магистранты должны не только знать базовые технологические процессы, но и уметь анализировать их взаимодействие, оценивать эффективность использования производственных ресурсов с учетом эксплуатационных, экономических и экологических факторов. Особое внимание уделяется связи технологии и управления, что является основой успешного завершения любого крупного дорожного проекта в заданные сроки и с надлежащим качеством.

Актуальность дисциплины обусловлена стремительным внедрением в дорожную отрасль инновационных технологий и принципов устойчивого развития. Цифровизация строительных процессов, использование BIM/GIS-моделей, систем глобальной навигации и мониторинга кардинально меняют подходы к управлению строительством и ремонтом. В современных реалиях инженер-управленец должен владеть инструментами технико-экономического анализа и нормативной базой для оптимизации

ресурсосбережения, снижения себестоимости работ и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Настоящие методические указания призваны структурировать практическую работу магистрантов и служат ориентиром в освоении сложного теоретического материала. Выполнение представленного комплекса из 18 практических работ позволит обучающимся закрепить лекционный материал, приобрести навыки инженерного анализа и развить профессиональные компетенции, необходимые для успешного руководства дорожно-строительными и ремонтными проектами на всех этапах их жизненного цикла.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Практические занятия как форма группового обучения направлены на коллективную проработку ключевых разделов учебной дисциплины, качественное усвоение которых определяет уровень профессиональной подготовки магистрантов. Они применяются для детального разбора сложных тем, связанных с организационно-технологическим проектированием и ресурсобеспечением, предполагая непосредственный контакт преподавателя с обучающимися. Важнейшей задачей такого формата является установление профессионального диалога и создание атмосферы совместного инженерного творчества.

В рамках магистерской программы практические занятия ориентированы не только на текущий контроль знаний, но и на углубление теоретического материала. Базой для работы выступает самостоятельное изучение нормативно-технической документации, научно-исследовательских публикаций и актуальных отраслевых практик. Высокая эффективность достигается благодаря заранее подготовленному коллективному обсуждению задач, анализу производственных ситуаций и совместному поиску инженерно обоснованных решений в сфере дорожного строительства.

ВИДЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Форма проведения практического занятия определяется содержанием конкретной темы, характером рекомендуемых источников и уровнем подготовки обучающихся. Наиболее распространенными формами являются круглый стол, дискуссия, анализ производственных ситуаций и решение расчетно-графических задач. Данные формы особенно эффективны при изучении дисциплин, требующих обоснования технологий ремонта покрытий или разработки сетевых моделей управления сроками.

Круглый стол и дискуссия предполагают предварительную подготовку магистрантов по всем вопросам на основе единого перечня литературы. В ходе занятия магистранты выступают с сообщениями, после чего организуется обсуждение. Это позволяет вовлечь максимальное количество участников, что крайне важно при рассмотрении многовариантных инженерных решений, анализе сильных и слабых сторон предложенных технологий и обсуждении несоответствий нормативным требованиям отрасли.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Эффективность практического занятия во многом определяется качеством предварительной подготовки как преподавателя, так и магистрантов. Для обучающегося качественная подготовка выражается в глубоком изучении рекомендованных материалов, умении сопоставлять различные подходы к организации строительного производства и формулировать аргументированную позицию. Предварительное продумывание плана выступления помогает глубже понять логику темы и правильно расставить акценты.

Во время выступления магистранту важно соблюдать установленный регламент и поддерживать постоянный контакт с аудиторией. Ответы на вопросы позволяют оценить, насколько глубоко осмыслен материал и способен ли будущий специалист применять теоретические знания к

решению практических инженерных задач. Рациональное чередование различных форм занятий и качественная самостоятельная работа поддерживают высокий уровень познавательной активности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. Научные основы технологии дорожного строительства

Цель работы

Изучить структуру научных знаний в области технологии дорожного строительства и определить ключевые методологические подходы к исследованию производственных процессов.

Задачи работы

- Проанализировать эволюцию научных подходов в дорожном строительстве.
- Определить взаимосвязь между теоретическими исследованиями и практическими технологиями.
- Изучить базовые принципы формирования технологических процессов возведения дорог.

Вопросы для обсуждения

23. Какова роль системного подхода в исследовании дорожно-строительных процессов?
24. В чем заключается сущность интеграции различных научных дисциплин в дорожной отрасли?
25. Как современные научные парадигмы влияют на развитие технологий?
26. Каковы основные проблемы и перспективы развития дорожно-строительной науки?

Вопросы для самопроверки

27. Дайте определение понятию «научные основы дорожного строительства».

28. Перечислите основные этапы развития науки о строительстве автомобильных дорог.
29. Как осуществляется связь между наукой, проектированием и производством?
30. Назовите ключевые нормативные документы, регулирующие технологии строительства.
31. Какова роль инженерного анализа в совершенствовании дорожных конструкций?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. Методология исследования технологических процессов

Цель работы

Освоить методы научного познания и моделирования, применяемые для анализа и оптимизации технологических процессов в дорожном строительстве.

Задачи работы

- Изучить методы эмпирического и теоретического исследования в строительстве.
- Освоить основы физического и математического моделирования технологических процессов.
- Провести анализ факторов, влияющих на стабильность производственных циклов.

Вопросы для обсуждения

32. Какие методы сбора и обработки данных наиболее эффективны на строительной площадке?
33. Как математическое моделирование помогает оптимизировать работу дорожных машин?
34. В чем разница между лабораторными и натурными испытаниями конструктивных слоев?

35. Как оценивается достоверность результатов технологического эксперимента?

Вопросы для самопроверки

36. Что такое технологический процесс в дорожном строительстве?

37. Перечислите основные виды математических моделей, применяемых в отрасли.

38. Какова цель проведения факторного анализа при изучении технологий?

39. В чем суть метода экспертных оценок в организационном проектировании?

40. Какие программные комплексы используются для симуляции строительных процессов?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. Организационно-технологическое проектирование

Цель работы

Сформировать навыки разработки проектов организации строительства и проектов производства работ для объектов дорожной инфраструктуры.

Задачи работы

- Изучить состав и содержание разделов ПОС и ППР.
- Освоить методику выбора оптимальных организационно-технологических схем.
- Разработать фрагмент технологической карты на выполнение дорожно-строительных работ.

Вопросы для обсуждения

41. В чем принципиальное отличие ПОС от ППР в дорожном строительстве?

42. Как влияют климатические условия на выбор организационно-технологических решений?
43. Каковы критерии оптимальности при разработке строительных генеральных планов?
44. Как осуществляется увязка технологических карт с общим графиком производства работ?

Вопросы для самопроверки

45. Назовите исходные данные для разработки проекта организации строительства.
46. Что входит в состав технологической карты?
47. Как определяется нормативная продолжительность строительства автомобильной дороги?
48. Перечислите основные технико-экономические показатели ПОС.
49. Кто осуществляет согласование и утверждение ППР на объекте?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. Календарное планирование дорожных работ

Цель работы

Изучить принципы и методы составления календарных планов производства строительно-монтажных работ на линейных объектах.

Задачи работы

- Освоить алгоритм расчета объемов и трудоемкости дорожно-строительных работ.
- Изучить методы линейного календарного планирования.
- Провести оптимизацию календарного плана по критерию равномерного использования рабочих кадров.

Вопросы для обсуждения

50. Какие факторы вызывают необходимость корректировки календарного плана в процессе строительства?
51. Как учитывается сезонность дорожных работ при календарном планировании?
52. В чем преимущества и недостатки графиков Ганта для крупных инфраструктурных проектов?
53. Как обеспечить синхронизацию работы субподрядных организаций в едином графике?

Вопросы для самопроверки

54. Дайте определение понятию «календарный план строительства».
55. Как рассчитывается трудоемкость выполнения отдельного технологического процесса?
56. Что такое коэффициент неравномерности движения рабочей силы?
57. Какие данные необходимы для построения графика потребности в машинах и механизмах?
58. Какими нормативными документами регламентируется расчет продолжительности работ?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5. Сетевые модели и управление сроками

Цель работы

Освоить методы сетевого планирования и управления для оптимизации сроков реализации сложных дорожно-строительных проектов.

Задачи работы

- Изучить правила построения сетевых графиков типов «вершина-работа» и «вершина-событие».
- Освоить методику расчета временных параметров сети и определения критического пути.

- Провести оптимизацию сетевого графика по критерию «время-стоимость».

Вопросы для обсуждения

59. Почему сетевые модели предпочтительнее линейных графиков при управлении крупными проектами?
60. Как наличие резервов времени влияет на гибкость управления строительством?
61. Какие существуют методы сокращения продолжительности критического пути?
62. Как применение специализированного программного обеспечения изменяет процесс сетевого планирования?

Вопросы для самопроверки

63. Что такое работа, событие и фиктивная работа в сетевом графике?
64. Дайте определение критического пути сетевой модели.
65. Как рассчитываются ранние и поздние сроки наступления событий?
66. Что такое свободный и полный резервы времени работы?
67. В чем заключается суть метода PERT в управлении проектами?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. Поточная организация строительства дорог

Цель работы

Изучить теорию и практику поточного метода организации строительства линейных сооружений для обеспечения непрерывности и равномерности производства.

Задачи работы

- Рассмотреть закономерности формирования частных, специализированных и объектных строительных потоков.
- Освоить методику расчета пространственно-временных параметров потока.

- Разработать циклограмму поточного строительства участка автомобильной дороги.

Вопросы для обсуждения

68. В чем заключается экономическая и технологическая эффективность поточного метода?
69. Как влияет неоднородность дорожных условий на стабильность шага потока?
70. Какие организационные мероприятия необходимы для перехода от неритмичного к ритмичному потоку?
71. Как синхронизировать работу комплексов машин в рамках комплексного строительного потока?

Вопросы для самопроверки

72. Дайте определение поточному методу организации строительства.
73. Назовите основные параметры строительного потока: шаг, ритм, захватка.
74. Что такое циклограмма и как она строится?
75. Перечислите виды потоков по структуре и ритмичности.
76. Как определяется общая продолжительность поточного строительства?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. Ресурсное обеспечение дорожного производства

Цель работы

Освоить принципы расчета потребности и логистического управления материально-техническими ресурсами при строительстве автомобильных дорог.

Задачи работы

- Изучить методику определения потребности в дорожно-строительных материалах, изделиях и конструкциях.

- Провести расчет необходимого количества транспортных средств для бесперебойной доставки грузов.
- Разработать схему размещения и определения площадей притрассовых складов.

Вопросы для обсуждения

77. Как концепция логистики «точно в срок» реализуется в дорожном строительстве?
78. Каковы методы снижения транспортных расходов при доставке инертных материалов?
79. В чем особенности организации хранения органических вяжущих на объекте?
80. Как влияют перебои в снабжении на общую ритмичность строительного потока?

Вопросы для самопроверки

81. Что входит в понятие материально-технических ресурсов дорожного предприятия?
82. Как рассчитывается производственный запас материалов на складе?
83. Назовите виды складов, применяемых в дорожном строительстве.
84. Что такое грузооборот и грузопоток в транспортной логистике?
85. Как определяется полезная и общая площадь открытого складского помещения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8. Технология устройства земляного полотна

Цель работы

Углубить знания о технологических процессах возведения земляного полотна в различных инженерно-геологических условиях.

Задачи работы

Дисциплина: «Научные основы технологии и организации строительства и ремонта автомобильных дорог»

- Изучить технологии производства подготовительных и основных земляных работ.
- Освоить методы обоснования выбора ведущих землеройно-транспортных машин.
- Проанализировать технологии уплотнения грунтов и методы контроля их плотности.

Вопросы для обсуждения

86. Какие технологии применяются при возведении насыпей на слабых основаниях?
87. В чем заключается сложность разработки выемок в скальных грунтах?
88. Как выбор грунтоуплотняющей техники зависит от типа грунта и его влажности?
89. Как применение геосинтетических материалов изменяет технологию устройства земляного полотна?

Вопросы для самопроверки

90. Назовите основные технологические операции при возведении земляного полотна.
91. Что такое коэффициент уплотнения грунта?
92. Как определяется дальность возки грунта при распределении земляных масс?
93. В чем суть послойного уплотнения грунтов?
94. Перечислите методы оперативного контроля плотности и влажности грунта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9. Технология устройства дорожных оснований

Цель работы

Изучить научные и технологические принципы устройства конструктивных слоев оснований дорожных одежд из различных материалов.

Задачи работы

- Ознакомиться с технологиями устройства оснований из щебня, гравия и укрепленных грунтов.
- Изучить методы холодной регенерации при устройстве оснований.
- Освоить расчет параметров работы профилирующих и распределительных машин.

Вопросы для обсуждения

95. Сравните эффективность метода заклинки щебня и использования плотных щебеночных смесей.
96. В чем заключаются экологические и экономические преимущества технологии холодного ресайклинга?
97. Как погодные условия влияют на процесс твердения грунтов, укрепленных цементом?
98. Как предотвратить сегрегацию каменных материалов при устройстве оснований?

Вопросы для самопроверки

99. Каковы функции дорожного основания в конструкции дорожной одежды?
100. Опишите технологию устройства щебеночного основания методом заклинки.
101. Какие вяжущие применяются для укрепления грунтов?
102. Что такое распределитель и каковы его функции?
103. Как осуществляется уход за слоем основания из укрепленных материалов?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10. Технология устройства асфальтобетонных покрытий

Цель работы

Сформировать системное представление о процессах укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей для создания долговечных дорожных покрытий.

Задачи работы

- Изучить технологии подготовки основания и розлива вяжущих материалов.
- Проанализировать режимы работы асфальтоукладчиков и систем автоматического нивелирования.
- Освоить алгоритмы подбора отряда катков для эффективного уплотнения горячих смесей.

Вопросы для обсуждения

104. Как температурная сегрегация смеси влияет на долговечность асфальтобетонного покрытия?
105. Обоснуйте применение антисегрегационных перегружателей при укладке щебеночно-мастичных смесей.
106. В чем особенности технологии укладки асфальтобетона при пониженных температурах воздуха?
107. Как синхронизировать работу асфальтобетонного завода, автосамосвалов и укладочного звена?

Вопросы для самопроверки

108. Назовите основные этапы устройства асфальтобетонного покрытия.
109. Каковы оптимальные температуры укладки и уплотнения горячих асфальтобетонных смесей?
110. Что такое продольный и поперечный рабочие швы и как они устраиваются?

111. Объясните принцип работы выглаживающей плиты асфальтоукладчика.
112. Перечислите дефекты асфальтобетона, возникающие при нарушении технологии уплотнения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11. Технология устройства цементобетонных покрытий

Цель работы

Изучить специфику организационно-технологических процессов устройства жестких дорожных одежд из монолитного цементобетона.

Задачи работы

- Ознакомиться с технологией устройства покрытий бетоноукладчиками со скользящими формами.
- Изучить конструкцию, назначение и технологию нарезки деформационных швов.
- Проанализировать методы ухода за свежееуложенным бетоном и текстурирования поверхности.

Вопросы для обсуждения

113. Сравните технологии бетонирования в стационарной опалубке и скользящих формах.
114. Почему качество нарезки деформационных швов критически влияет на долговечность покрытия?
115. Как обеспечить сохранность геометрических параметров кромок бетона после прохода укладчика?
116. В чем сложности логистики жестких бетонных смесей от цементобетонного завода до места укладки?

Вопросы для самопроверки

117. В чем принципиальное отличие жестких дорожных одежд от нежестких?

118. Назовите виды деформационных швов в цементобетонном покрытии.

119. Для чего применяются штыревые соединения: дюбели и анкера?

120. Что такое пленкообразующие материалы и зачем они наносятся на бетон?

121. Как осуществляется контроль ровности свежееуложенного цементобетонного покрытия?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12. Контроль качества и приемка работ

Цель работы

Освоить нормативно-техническую базу и инструментальные методы контроля качества дорожно-строительных материалов и выполненных работ.

Задачи работы

- Изучить систему входного, операционного и приемочного контроля качества в строительстве.
- Ознакомиться с приборной базой для оценки ровности, коэффициента сцепления и уплотнения.
- Освоить порядок ведения исполнительной документации и оформления актов скрытых работ.

Вопросы для обсуждения

122. Как внедрение независимого строительного контроля повышает качество линейных объектов?

123. Оцените надежность методов неразрушающего контроля, включая георадарное зондирование.

124. В чем заключаются правовые последствия подписания актов освидетельствования скрытых работ?

125. Как организовать эффективную работу построечной лаборатории?

Вопросы для самопроверки

126. Что включает в себя понятие строительного контроля?
127. Назовите отличия между операционным и приемочным контролем качества.
128. С помощью каких приборов измеряется поперечный уклон и продольная ровность покрытия?
129. Как производится отбор кернов из асфальтобетонного покрытия?
130. Что такое исполнительная геодезическая схема?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13. Организация содержания автомобильных дорог

Цель работы

Изучить принципы и технологии круглогодичного содержания дорог для обеспечения безопасного и бесперебойного движения транспортных средств.

Задачи работы

- Рассмотреть нормативные требования к уровню содержания автомобильных дорог.
- Изучить технологии зимнего содержания, включая борьбу с зимней скользкостью.
- Освоить принципы летнего содержания и обеспечения водоотвода.

Вопросы для обсуждения

131. Сравните эффективность химического, фрикционного и физико-химического методов борьбы с гололедицей.
132. Как превентивная обработка покрытий реагентами снижает аварийность на дорогах?
133. В чем заключается экологический ущерб от применения противогололедных материалов?

134. Как современные метеорологические системы помогают оптимизировать работу дорожных служб?

Вопросы для самопроверки

135. Дайте определение термину «содержание автомобильной дороги».

136. Назовите основные виды работ по зимнему содержанию.

137. Что такое директивные сроки ликвидации зимней скользкости?

138. Перечислите основные работы по весенне-летнему содержанию дорог.

139. Как осуществляется контроль за состоянием элементов обустройства дорог?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14. Диагностика технического состояния дорог

Цель работы

Освоить методы диагностики и оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог для обоснования управленческих решений по их ремонту.

Задачи работы

- Изучить критерии оценки прочности, ровности и сцепных качеств дорожных покрытий.
- Ознакомиться с работой передвижных дорожных лабораторий и лазерных сканеров.
- Освоить алгоритмы паспортизации автомобильных дорог.

Вопросы для обсуждения

140. В чем преимущества автоматизированного сбора данных о дефектах покрытия?

141. Как показатель продольной ровности влияет на транспортные расходы пользователей дорог?

142. Каким образом результаты диагностики используются в системах управления дорожными фондами?

143. Оцените роль геоинформационных систем в учете и анализе данных паспортизации.

Вопросы для самопроверки

144. Что такое транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги?

145. Назовите параметры, определяющие потребительские свойства дороги.

146. Как измеряется коэффициент сцепления колеса с покрытием?

147. Что такое модуль упругости дорожной одежды и как он определяется?

148. Какова периодичность проведения полной диагностики автомобильных дорог?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15. Технологии ремонта дорожных одежд

Цель работы

Изучить современные технологии устранения дефектов дорожных покрытий и методы продления их жизненного цикла.

Задачи работы

- Проанализировать причины возникновения различных видов деформаций и разрушений дорожных одежд.
- Изучить технологии ямочного ремонта, включая традиционные и струйно-инъекционные методы.
- Ознакомиться с технологиями устройства защитных слоев и слоев износа.

Вопросы для обсуждения

149. Сравните технико-экономическую эффективность ямочного ремонта и сплошного перекрытия слоя.

150. Почему важно устранять причины возникновения дефектов, а не только их последствия?

151. В чем преимущества технологии микросюрфейсинга перед традиционной поверхностной обработкой?

152. Как регенерация старого асфальтобетона на месте способствует ресурсосбережению?

Вопросы для самопроверки

153. В чем отличие текущего ремонта от капитального?

154. Назовите основные виды дефектов асфальтобетонных покрытий: колея, трещины, выбоины.

155. Опишите технологию струйно-инъекционного метода ямочного ремонта.

156. Что такое поверхностная обработка и какова ее главная функция?

157. Каковы требования к подготовке карты выбоины перед укладкой ремонтного материала?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16. Производственная безопасность и управление рисками

Цель работы

Изучить основы охраны труда на дорожно-строительных объектах и освоить методы управления производственными рисками.

Задачи работы

- Изучить нормативные требования по охране труда при производстве дорожных работ.
- Освоить схемы организации дорожного движения в местах производства работ.
- Овладеть методами идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков.

Вопросы для обсуждения

158. Почему обеспечение безопасности движения в местах ремонта дорог является критической задачей?

159. Как техническое состояние дорожно-строительных машин влияет на травматизм рабочих?
160. В чем заключается роль риск-ориентированного подхода в системе охраны труда?
161. Как организовать безопасную работу людей вблизи движущегося технологического транспорта?

Вопросы для самопроверки

162. Какие виды инструктажей по охране труда проводятся на строительной площадке?
163. Перечислите основные элементы ограждения мест производства дорожных работ.
164. Что такое наряд-допуск и при выполнении каких работ он оформляется?
165. Назовите основные средства индивидуальной защиты дорожного рабочего.
166. Каков порядок расследования несчастных случаев на производстве?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17. Экологическое сопровождение и устойчивое развитие

Цель работы

Освоить принципы минимизации негативного воздействия дорожного строительства на окружающую среду и концепции зеленого строительства.

Задачи работы

- Изучить источники загрязнения окружающей среды при производстве дорожно-строительных работ.
- Проанализировать методы защиты от транспортного шума, вибрации и выбросов.
- Ознакомиться с технологиями применения вторичных ресурсов в отрасли.

Вопросы для обсуждения

167. Как принципы устойчивого развития меняют парадигму проектирования транспортной инфраструктуры?
168. В чем заключается экономическая целесообразность использования отходов промышленности в дорожном строительстве?
169. Как установка акустических экранов влияет на качество жизни прилегающих территорий?
170. Какие мероприятия предотвращают эрозию грунтов и загрязнение водоемов при строительстве мостов и дорог?

Вопросы для самопроверки

171. Что включает в себя раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»?
172. Назовите основные виды воздействия автомобильной дороги на биосферу.
173. Что такое рекультивация земель после завершения работы карьеров?
174. Какие локальные очистные сооружения применяются для очистки поверхностных стоков с дорог?
175. Дайте определение концепции жизненного цикла дороги в экологическом аспекте.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18. Цифровые технологии и технико-экономическая оценка решений

Цель работы

Сформировать навыки применения цифровых инструментов и методов технико-экономического анализа при выборе вариантов организации строительства.

Задачи работы

- Изучить принципы информационного моделирования автомобильных дорог.

- Освоить методы использования систем автоматизированного управления строительной техникой.
- Провести расчет экономической эффективности альтернативных организационно-технологических решений.

Вопросы для обсуждения

176. Как внедрение цифровых двойников меняет процесс управления строительством?
177. Какие препятствия существуют для массового внедрения BIM-технологий в дорожной отрасли?
178. Сравните системы трехмерного позиционирования техники с использованием тахеометров и спутниковых приемников.
179. Как оценивается срок окупаемости инвестиций во внедрение цифровых систем управления на предприятии?

Вопросы для самопроверки

180. Что означает аббревиатура BIM и каковы ее основные уровни?
181. Как работают системы автоматического нивелирования на автогрейдерах и асфальтоукладчиках?
182. Назовите основные показатели экономической эффективности проектных решений: NPV и IRR.
183. Что такое смета и какие виды затрат она включает?
184. Какую роль играет Интернет вещей в создании умной строительной площадки?



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ИНСТИТУТ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ИНЖЕНЕРИИ
ДЕПАРТАМЕНТ «СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ»**

Методические указания по выполнению самостоятельных работ

Для студентов направления
08.04.01 «Строительство»
Направленность профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация
автомобильных дорог»

В современный период востребованы высокий уровень знаний, академическая и социальная мобильность, профессионализм специалистов, готовность к самообразованию и самосовершенствованию. В связи с этим должны измениться подходы к планированию, организации учебно-воспитательной работы, в том числе и самостоятельной работы аспирантов. Прежде всего, это касается изменения характера и содержания учебного процесса, переноса акцента на самостоятельный вид деятельности, который является не просто самоцелью, а средством достижения глубоких и прочных знаний, инструментом формирования у аспирантов активности и самостоятельности.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности учебного процесса, в том числе благодаря самостоятельной работе, в которой студент становится активным субъектом обучения, что означает:

- способность занимать в обучении активную позицию;
- готовность мобилизовать интеллектуальные и волевые усилия для достижения учебных целей;
- умение проектировать, планировать и прогнозировать учебную деятельность;
- привычку инициировать свою познавательную деятельность на основе внутренней положительной мотивации;
- осознание своих потенциальных учебных возможностей и психологическую готовность составить программу действий по саморазвитию.

Виды самостоятельной работы студентов

Репродуктивная самостоятельная работа

Самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание лекций, магнитофонных записей, заучивание, пересказ, запоминание, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала и др.

Познавательно-поисковая самостоятельная работа

Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам, написание рефератов, контрольных, курсовых работ и др.

Творческая самостоятельная работа

Написание рефератов, научных статей, участие в научно-исследовательской работе, подготовка дипломной работы (проекта). Выполнение специальных заданий и др., участие в научной конференции.

Организация и контроль самостоятельной работы

Для успешного выполнения самостоятельной работы студентов необходимо планирование и контроль со стороны преподавателей. Аудиторная самостоятельная работа выполняется студентами на лекциях, семинарских занятиях, и, следовательно, преподаватель должен заранее выстроить систему самостоятельной работы, учитывая все ее формы, цели, отбирая учебную и научную информацию и средства (методических) коммуникаций, продумывая роль студента в этом процессе и свое участие в нем.

Вопросы для самостоятельной работы студентов, указанные в рабочей программе дисциплины, предлагаются преподавателями в начале изучения дисциплины. Студенты имеют право выбирать дополнительно интересующие их темы для самостоятельной работы.

Не умаляя значения аудиторной самостоятельной работы, в данных методических рекомендациях акцентируется внимание на проблемах, связанных с внеаудиторной самостоятельной работой и ее организацией. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов (далее самостоятельная работа) – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская деятельность студентов, осуществляемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, семинарским, лабораторным работам и др.) и выполнение соответствующих заданий;
 - самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
 - написание рефератов, докладов, эссе;
 - подготовку ко всем видам практики и выполнение предусмотренных ими заданий;
 - выполнение письменных расчетно-графических работ;
 - подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к комплексным экзаменам и зачетам;
 - подготовку к итоговой государственной аттестации, в том числе выполнение выпускной квалификационной (дипломной) работы (проекта);
 - работу в студенческих научных обществах, кружках, семинарах и др.;
 - участие в работе факультативов, спецсеминаров и т.п.;
 - участие в научной и научно-методической работе кафедры/департамента;
 - участие в научных и научно-практических конференциях, семинарах, конгрессах и т.п.;
 - другие виды деятельности, организуемой и осуществляемой вузом, или кафедрой.
- Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение студентами следующих этапов:
- определение цели самостоятельной работы;
 - конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи;
 - самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
 - выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения);
 - планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи;
 - реализация программы выполнения самостоятельной работы.

Методические советы и рекомендации к заданиям

Все типы заданий, выполняемых студентами, в том числе в процессе самостоятельной работы, так или иначе содержат установку на приобретение и закрепление определенного Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объема знаний и уровня компетенций, а также на формирование в рамках этих знаний некоторых навыков мыслительных операций - умения оценивать, анализировать, сравнивать, комментировать и т.д. Некоторые задания требуют пояснения:

1. Прокомментировать высказывание - объяснить, какая идея заключена в отрывке, о какой позиции ее автора она свидетельствует.
2. Сравнить – выявить сходство и различие позиций по определенным признакам.
3. Обосновать один из нескольких предложенных вариантов ответа – привести аргументы в пользу правильности выбранного варианта ответа и указать, в чем ошибочность других вариантов.
4. Аргументировать (обосновать, доказать, объяснить) ответ – значит: а) оправдать (опровергнуть) некоторую точку зрения; б) обосновать свою точку зрения, опираясь на теоретические или практические обобщения, данные и т.д.
5. Провести анализ – разложить изучаемые явления на составные части, сопоставить их с целью выявления в них существенного, необходимого и определяющего.
6. Тезисно изложить идею, концепцию, теорию – используя материал учебных пособий и другой литературы, кратко, но не в ущерб содержанию сформулировать основные положения учения.

7. Дать характеристику, охарактеризовать явления – значит назвать существенные, необходимые признаки какого-либо явления (положения какой-либо теории) и выявить особенности.

8. Изобразить схематически – значит раскрыть содержание ответа в виде таблицы, рисунка, диаграммы и других графических форм.

Работа с литературой

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки является работа с литературой ко всем видам занятий: семинарским, практическим, при подготовке к зачетам, экзаменам, тестированию, участию в научных конференциях.

Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться источниками. Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – самый известный – метод повторения: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения.

Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей.

Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План – первооснова, каркас какой-либо письменной работы, определяющие последовательность изложения материала.

План является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Преимущество плана состоит в следующем.

Во-первых, план позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов произведения.

Во-вторых, план позволяет быстро и глубоко проникнуть в сущность построения произведения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.

В-третьих, план позволяет – при последующем возвращении к нему – быстрее обычного вспомнить прочитанное.

В-четвертых, с помощью плана гораздо удобнее отыскивать в источнике нужные места, факты, цитаты и т. д.

Выписки – небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отдельные абзацы, а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного.

Выписки представляют собой более сложную форму записей содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном (чаще последовательном) порядке наиболее важные мысли автора, статистические и даталогические сведения. В отдельных случаях — когда это оправданно с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме. Отличие тезисов от обычных выписок состоит в следующем. Во-первых, тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. Во-вторых, в тезисах отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. В-третьих, чаще всего тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Исходя из сказанного, нетрудно выявить основное преимущество тезисов: они незаменимы для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр. Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление. К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Для указанной цели и используется аннотация. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как (хотя бы в предварительном порядке) завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Кроме того, пишется аннотация почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста. Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов. Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов. Но, как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются. Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему. Для работы над конспектом следует: определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста — в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями, "фактурой", заимствованной из других источников и т. п. (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Систематизация изученных источников позволяет повысить эффективность их анализа и обобщения. Итогом этой работы должна стать логически выстроенная система сведений по существу исследуемого вопроса.

Необходимо из всего материала выделить существующие точки зрения на проблему, проанализировать их, сравнить, дать им оценку.

Кстати, этой процедуре должны подвергаться и материалы из Интернета во избежание механического скачивания готовых текстов. В записях и конспектах студенту очень важно указывать названия источников, авторов, год издания. Это организует его, а главное, пригодится в последующем обучении. Безусловно, студент должен взять за правило активно работать с литературой в библиотеке не только СКФУ, но и в других, библиотеках, используя, в том числе, их компьютерные возможности (электронная библиотека в сети Интернет).

Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке СКФУ, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

Помимо учебной, научной литературы студентами должны активно использоваться хрестоматии – сборники текстов, иллюстрирующих содержание учебника, а также словари, справочники. В хрестоматиях собраны материалы, которые позволяют расширить кругозор. При подготовке к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам следует в полной мере использовать академический курс учебника, рекомендованного преподавателем. Они дают более углубленное представление о проблемах, получивших систематическое изложение в учебнике. Работа с хрестоматией позволит студенту самостоятельно изучить документы, фрагменты источников, другие произведения, разъясняющие сущность изучаемого вопроса.

Основными функциями экзамена, зачета являются: обучающая, оценочная и воспитательная. Экзамены и зачеты позволяют выработать ответственность, трудолюбие, принципиальность. При подготовке к экзамену студент повторяет, как правило, ранее изученный материал. В этот период сыграют большую роль правильно подготовленные заранее записи и конспекты.

Выполнение расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом.

Цель расчетно-графической работы – систематизация и закрепление теоретических знаний, и развитие практических навыков по решению задач в области теплогазоснабжения и вентиляции, выработка навыков анализа данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами расчетно-графической работы являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и методической литературой;
- проведение расчетов показателей по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Выполнение расчетно-графической работы проводится студентом по конкретному варианту задания, который необходимо уточнить у преподавателя.

Содержанием расчетно-графической работы является краткое изложение теоретического материала к каждой задаче, решение задачи по индивидуальному варианту, включающее в себя расчет основных показателей, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Условие задачи.
3. Теоретическая часть по каждой задаче (1-3 страницы).
4. Практическая часть и выводы по каждой задаче.
5. Библиографический список (не менее 5 источников).

Условие задачи оформляется по центру заголовком «Задача №».

Текст условия задачи должен совпадать с текстом в методических указаниях, включая таблицы, при их наличии.

Далее излагается теоретический материал, лежащий в основе решения задачи, включающий в себя основные определения, формулы расчетов показателей и др.

В практической части излагается подробное решение задачи. При необходимости результаты оформляются в виде сводной таблицы.

К каждой задаче необходимо сформулировать выводы, проанализировав полученные результаты.

Расчетно-графическая работа должна выполняться в соответствии с установленным графиком. В процессе выполнения расчетно-графической работы допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении текущего контроля по дисциплине и при оценке расчетно-графической работы.

Критерии оценки самостоятельной работы

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «зачтено»;
- «не зачтено».

Зачеты оцениваются отметкой: «зачтено», «не зачтено».

Зачеты с оценкой оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

По курсовым работам (проектам) в обязательном порядке выставляется зачет с оценкой.

Экзамены оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основные критерии оценивания компетенций:

Отметка «зачтено» ставится студентам, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости.

Отметка «не зачтено» ставится студенту, имеющему задолженности по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать.

Оценка «неудовлетворительно» проставляется только в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку студента проставлять отметку «неудовлетворительно» не разрешается.

Критерии оценки уровня обученности и уровня сформированности компетенций по дисциплине устанавливает кафедра и отражает их в рабочей программе и фондах оценочных средств дисциплины.

Ответственность за единообразие требований, предъявляемых на экзаменах, несет заведующий кафедрой. По дисциплинам, изучаемым в течение двух и более семестров, итоговой оценкой является оценка, полученная на последнем экзамене.

Заключение

Самостоятельная работа всегда завершается какими-либо результатами. Таким образом, широкое использование методов самостоятельной работы, побуждающих к мыслительной и практической деятельности, развивает столь важные интеллектуальные качества человека, обеспечивающие в дальнейшем его стремление к постоянному овладению знаниями и применению их на практике.