

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТЯГОВЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ»

Протокол № ____ от _____ 201__ г.
Автор: _____

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава.
Дополнительные главы**

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *5*

Специальность/Направление: *23.05.03 Подвижной состав железных
дорог (ПСс)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *Все специализации*

Москва

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

вариант (указать две последние цифры шифра);

номер графика движения поездов –

серия электровоза — ;

категория поездов — ;

число пар поездов — ;

длины участков $AB1_1 =$ км;

$AB1_2 =$ км;

$BГ1_3 =$ км;

$ГД1_4 =$ км;

масса поезда $Q_{\text{бр}} =$;

коэффициент одиночного пробега электровоза $\beta_0 =$;

участковая скорость:

в четном направлении $V_y^{\text{чм}} =$ км/ч;

в нечетном направлении $V_y^{\text{нм}} =$ км/ч;

корректировочные значения суммарного времени простоя электровозов на станциях оборота: $\Delta t_{\Sigma}^{\kappa} =$ ч;

трудоемкости

$Q_{mo-1} =$;

$Q_{mp-1} =$;

$Q_{mp-2} =$;

$Q_{mp-3} =$;

Год выполнения работы - .

Запись данных целесообразно делать по мере выполнения расчетов

Программа задания состоит из отдельных разделов, которые расчленены на отдельные шаги, имеющие сквозную нумерацию внутри каждого раздела. В расчетной записке достаточно только указать номера разделов и шагов и их заголовки, не переписывая текста задания, и далее вести требуемый расчет.

Первоначально записывают наименование рассчитываемой величины, расчетная формула в общем виде, затем через знак равенства численное выражение, полученное путем подстановки в формулу исходных величин, и результат. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, расшифрованы в задании. В записке их повторять не обязательно, но нужно уметь объяснять используемые формулы при защите курсовой работы.

Пример записи расчетной операции:

Суточная производительность электровоза

$$\dot{V} = \frac{Q_{ад} S_{н}}{1 + \beta_0} = \frac{3400 \cdot 776}{1 + 0,21} = 2180000 \text{ ткм брутто}$$

Если на основании расчетной формулы требуется выполнить несколько однотипных расчетов, то формулу можно записать только один раз, а затем привести ее численные выражения и результаты вычислений.

Все расчеты требуется выполнять с точностью до трех значащих цифр. При выполнении расчетов на вычислительных машинах следует производить соответствующее округление. Например, 437649,1 запишите как 438000 или $438 \cdot 10^3$.

На контрольные вопросы необходимо устно подготовить обоснованные ответы. Это поможет при подготовке к защите курсовой работы.

Все графики и схемы следует выполнять карандашом на прилагаемых к заданию бланках и на миллиметровой бумаге так, чтобы наносимые линии по возможности проходили по жирным линиям миллиметровой сетки. Скругления допустимо проводить аккуратно от руки.

Все таблицы и рисунки должны иметь сквозную (раздельную для таблиц и рисунков) нумерацию внутри каждого раздела.

Например, второй рисунок и вторая таблица раздела 3 обозначаются: рис.3.2, табл.3.2.

Рисунки и таблицы размещаются на странице сразу после ссылки на них в тексте.

Исправления по замечаниям рецензента необходимо делать аккуратно на обратной (чистой) стороне предыдущего листа работы. При большом числе исправлений на одной странице или графике следует заново переписать страницу или сделать новый график и подклеить в том же месте, обязательно оставив в работе материал с замечаниями рецензента.

При оформлении работы не следует использовать зеленый и красный карандаш, эти цвета используются рецензентом.

Принятие решения в области эксплуатации и ремонта подвижного состава часто требует учета большого числа факторов. Этим объясняется циклическая последовательность выполнения вычислительных операций и шагов задания, при которой полученное решение может иногда потребовать пересмотра результатов, полученных на предыдущих шагах. В результате необходимо будет внести изменения или дополнения в сделанные ранее расчеты, рисунки и графики. Делайте это цветным карандашом или ручкой любого цвета, кроме зеленого и красного, так, чтобы внесенные изменения были легко различимы.

Оформляя работу, не следует переписывать текст задания и пояснений или приводить выдержки из литературных источников. Если захотите сделать пояснения к принятым решениям и выполненным расчетам, то сформулируйте их самостоятельно и как можно короче и яснее.

При выполнении курсовой работы в электронном виде необходимо подтвердить самостоятельное участие сопровождением электронного носителя.

Выполнение перечисленных требований к оформлению работы является обязательным условием для ее допуска к защите.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

1.1. График движения поездов объединяет работу всех подразделений железных дорог и является основой организации движения поездов.

График движения поездов составляют таким образом, чтобы можно было обеспечить выполнение государственного плана перевозок, высокие скорости и безопасность движения, наилучшее использование пропускной способности станций и участков, достижение высоких измерителей использования подвижного состава, соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных и поездных бригад, предоставление необходимых "окон" (перерывов движения) для ремонта пути и контактной сети.

График движения поездов в основной мере определяет измерители эксплуатационной работы локомотивов.

Рассматриваемый в данной работе график является значительно более простым по сравнению с реальным графиком движения поездов на основных магистралях страны. Число пар поездов на заданном графике невелико, график по существу однороден, поскольку предполагается, что на участке работают поезда только одной категории. Само изображение графика тоже упрощено по сравнению с реальным графиком. Тем не менее при работе с данным графиком можно получить достаточно правильное представление по основным вопросам организации эксплуатации и технического обслуживания электропоездов.

Разметку часовой сетки на графике от 0 до 24 часов произведите на уровне вертикальных штрихов, являющихся продолжением часовых делений. Числа на горизонтальных линиях, соответствующих прибытию на станции Б, А и В, обозначают минуты прибытия и отправления поездов, причем верхний ряд чисел соответствует времени прибытия, а нижний - времени отправления.

На наклонных линиях графика необходимо написать номера поездов, как показано на рис.1.2, только вместо условного обозначения C_5 , или C_6 , указать конкретное значение номера поезда. При этом следует помнить, что номера поездов одного направления, называемого нечетным, обозначают нечетными числами, а для обозначения поездов четного направления используют четные числа. Все номера должны соответствовать той категории поездов, которая определена заданием. В настоящее время принято обозначать скорые пассажирские поезда номерами 1-98, пассажирские дальние 101- 298, летние 301-498, пассажирские 601-698, пригородные 6001-6998, грузовые Ускоренные 1001-1598, грузовые сквозные 2001-2998, участковые 3001-3398, сборные 3401-3498, вывозные 3501-3598 и т.д. Одиночно следующие локомотивы получают номера 4301-4398.

Проверяя количество пар поездов на подготовленном графике движения, убедитесь, что Вы не обозначили один и тот же поезд двумя различными

номерами. Так, например, на графике, заданном для варианта № 1, поезда, выходящие со станции Б в интервале от 15 до 24 часов, прибывают на станцию В в интервале от 0 до 6 часов.

В завершении данного шага подготовьте ответ на контрольный вопрос. Напоминаем, что ответы в работе необходимо подготовить устно. Работы, в которых записаны ответы на контрольные вопросы, к защите не допускаются.

1.2. Привязка электровозов из-под прибывающих на станцию поездов к отправляющимся поездам должна, как правило, обеспечивать такое последовательное выполнение всех технических операций, при котором ранее прибывший локомотив раньше отправляется с поездом. Нарушение последовательности приводит к тому, что одни электровозы значительно большее время будут находиться в движении с поездами, в то время как другие локомотивы будут длительное время простаивать на станции. В обоих случаях средние показатели использования локомотивного парка как будто не должны измениться. Однако следует учитывать, что увеличение простоя отдельных локомотивов (если они на длительное время отставлены от работы) может привести к их повреждению и к отказам, особенно в зимнее время.

Очередность выдачи электровозов под поезда определяют расположением и количеством путей отстоя локомотивов, поэтому требуется обосновать выбор той или иной схемы расположения путей приема и отстоя электровозов. Пунктирные линии на схеме рисовать не следует. Если требуется показать большое количество путей, нарисуйте их на месте пунктирных линий.

По условиям, изложенным на шаге 3.2, примите пока предварительное решение: будут ли локомотивные бригады в основной своей массе иметь отдых на станции Б или нет.

Рассчитайте норму времени на выполнение всех технических операций на станции Б и запишите ее в пояснительную записку:

$$T_{\text{нб}} =$$

Чтобы облегчить расчеты, переведите все значения времени, заданные в часах и минутах, в десятичные дроби.

Показав линии увязки электровозов на графике движения поездов и проводя вертикальные сечения графика, можно определить число локомотивов,

находящихся на станции Б в определенный момент времени – оно равно числу пересечений вертикальной линии с линиями увязки электровозов. Так, проведя сечение, можно увидеть, что в соответствующие моменты времени на станции Б находится 0, 1 и 2 электровоза. Пути отстоя должны принять максимальное число электровозов, которое может в некоторый момент времени скопиться на станции.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

1.3. Для успешного выполнения настоящего задания норму периодичности технического обслуживания электровозов необходимо подбирать, близкой к 36 ч и в пределах 24 – 48 ч. Здесь под нормой понимается максимальное время между двумя последовательно проводимыми техническими обслуживаниями ТО-2.

Упрощенно продолжительность технического обслуживания ТО-2 грузовых электровозов равна 1ч, а пассажирских электровозов – 2ч. При выполнении курсового проекта для всех вариантов примем продолжительность ТО-2 электровозов всех серий равной 1ч.

Рассчитайте норму времени на выполнение всех технических операций на станции В, включая техническое обслуживание ТО-2, и запишите ее в пояснительную записку:

$$T_{нб} =$$

Чтобы определить, как часто электровозы будут проходить техническое обслуживание ТО-2 в пункте В, необходимо сравнить продолжительность оборота локомотива (см.пояснение к шагу 2.2)с установленной нормой периодичности

выполнения ТО-2. Наибольшая продолжительность оборота локомотива не должна превышать норму периодичности выполнения ТО-2.

В пункте В, осуществите увязку электровозов с поездами.Для упрощения работы примите допущение, что электровозы ставят на стойло сразу по прибытии в пункт оборота В. Мысленно проведя вертикальные сечения графика движения поездов, как это показано в шаге 1.2, можно определить число электровозов, находящихся в данный момент на станции В. Число пересечений с жирными линиями покажет соответственно потребность в стойлах для производства ТО-2. Для принятых в работе условий число бригад слесарей ПТОЛ для определенного момента времени равно числу стойл для выполнения технического обслуживания ТО-2.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

1.4. Если каждый электровоз, прибывающий на станцию В, должен пройти техническое обслуживание ТО-2, то при норме продолжительности ТО-2 T_{TO-2} – требуемый фонд времени для выполнения технического обслуживания всех электровозов составляет $T_{TO-2} \cdot n$, где n — число пар поездов на участке БВ.

Каждое стойло можно использовать 24 часа, отсюда следует, что минимальное число стойл для выполнения ТО-2 определяют как

$$C_{TO-2} = E \cdot \left(\frac{T_{TO-2} \cdot n}{24} \right) + 1 = E + 1,$$

где E — целая часть числа, показанного в скобках (в десятичном виде).

Число бригад слесарей, одновременно работающих в ПТОЛ, равно числу одновременно проходящих ТО-2 электровозов.

На шаге 1.3 при увязке электровозов с поездами Вы не принимали во внимание возможные ограничения числа стойл и бригад слесарей. Как можно судить по графику прохождения электровозами ТО-2, такое допущение приводит, с одной стороны, к завышению потребности в стойлах и ремонтных бригадах, а с другой стороны (как закономерное следствие первого), - к нерациональному использованию стойл и бригад.

Техническое обслуживание, осуществляемое по рассмотренному варианту, называют обслуживанием без очереди. В противоположность ему в данном шаге Вам следует рассмотреть обслуживание с очередью.

При таком условии для технического обслуживания ТО-2 электровозов может быть использовано минимальное число стойл и ремонтных бригад. Суть рассматриваемой организации состоит в том, что электровоз, прибывший на ПТОЛ в тот момент, когда стойло ("канал обслуживания", по терминологии теории массового обслуживания) занято другим электровозом, встает в очередь, ожидая окончания ТО-2 этого локомотива.

Подготавливая ответ на контрольный вопрос, следует обратить внимание на то, что при заданной продолжительности ТО-2 очередь электровозов, ожидающих освобождения стойла, то возрастает, то спадает до 0. Наибольшая продолжительность технического обслуживания при одном стойле определяется как $24/n$.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ПАРКА И ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ.

2.1. Графиком оборота локомотивов называют план их работы, разработанный на основе графика движения поездов с учетом принятой системы обслуживания поездов локомотивами и способа обслуживания локомотивов бригадами.

Из графика оборота определяют потребность в локомотивах для выполнения заданных размеров движения, устанавливают последовательность их работы, а также определяют загрузку экипировочных устройств и ремонтных цехов депо.

Типовой график оборота электровозов бывает двух видов:

а) единый график, когда электровоз последовательно обслуживает все поезда, заложенные в график движения;

б) групповой график, когда каждый электровоз обслуживает определенную группу поездов.

Анализируя график оборота, можно еще раз наглядно убедиться, что сумма элементов времени работы всех электровозов за сутки кратна числу часов в сутках.

Число горизонтальных делений графика оборота определяет требуемый эксплуатируемый парк электровозов, а сечение графика оборота вертикальной линией дает представление о размещении электровозов в любое время суток.

При построении графика оборота последовательно проследите, пользуясь линиями увязки электровозов с поездами на графике движения, переход одного электровоза за период от 0 до 24 ч от одного поезда к другому. Вместо значения $t_{от1}$, $t_{пр1}$ проставьте по концам линий время в минутах.

При подготовке ответов на контрольные вопросы пользуйтесь также графиком движения поездов.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

2.2. Суммарное время работы электровозов за сутки является одним из основных измерителей использования локомотивов. Оно позволяет определить потребность в локомотивах для обслуживания всех поездов на данном участке обращения.

Обычно для подсчета суммарного времени работы электровозов используют формулу
$$\sum_{i=1}^n T_i = \sum_{i=1}^n t'_{i1} + \sum_{i=1}^n t''_{1i} + \sum_{i=1}^n t'_{2i} + \sum_{i=1}^n t''_{2i} + \sum_{i=1}^n t'_{CMi} + \sum_{i=1}^n t''_{CMi} + \sum_{i=1}^n t_{о6i}^B + \sum_{i=1}^n t_{о6i}^B \quad (2.1)$$

где n – число пар поездов;

T_i – оборот электровоза при работе с i –ой парой поездов;

t'_{1i} и t''_{1i} – время в пути при движении i -ой парой поездов на плече l_1 соответственно в одном и другом направлении;

t'_{2i} и t''_{2i} – то же, на плече l_2 ;

t'_{cmi} и t''_{cmi} – время простоя на станции смены локомотивных бригад соответственно при движении в одном и другом направлении;

$t^B_{оби}$ и $t^B_{оби}$ – время простоя соответственно в пункте оборота Б и В.

Используемый в курсовой работе график движения является параллельным. Это означает, что для всех поездов время в пути одинаково. Полезно использовать также тот факт, что основная часть поездов имеет одинаковое время стоянки на станции смены локомотивных бригад. В результате для расчета суммарного времени работы электровозов можно воспользоваться более простой формулой:

$$\sum_{i=1}^n T_i = n \cdot (t'_i + t''_i + t'_2 + t''_2) + m \cdot t_{cm} + \sum_{j=1}^{2n-m} t_{cmj} + \sum_{i=1}^n t_{оби} + \sum_{i=1}^n t_{оби} \quad (2.2)$$

где m — число поездов, имеющих одинаковое время стоянки на станции смены локомотивных бригад;

$2n * m$ — число поездов, имеющих неодинаковое время стоянки на станции А.

Рассчитывая $\sum_{i=1}^n T_i$, необходимо уяснить, что электровоз считают находящимся в работе, когда он движется с поездом, стоит на станции смены локомотивных бригад или находится в пунктах оборота. Таким образом, по условиям, принятым в курсовом проекте, каждый электровоз эксплуатируемого парка находится в работе 24 часа в сутки. Количество электровозов, обращающихся на некотором участке и составляющих эксплуатируемый парк $N_э$, является целым числом.

Число $\sum_{i=1}^n T_i$ представляет собой сумму часов работы в сутки электровозов, т.е.

$$\sum_{i=1}^n T_i = 24 N_э \quad (2.3)$$

Отсюда число электровозов в эксплуатируемом парке находят как

$$N_{\text{э}} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^n T_i \quad (2.4)$$

В формуле (2.1) сумма первых четырех членов показывает,

сколько времени в сутки электровозы находятся в пути $\sum_1^n t_{\text{дв}}$;

сумма пятого и шестого членов — сколько времени затрачивается на простой на станции смены локомотивных бригад: $\sum_1^n t_{\text{см}}$; а сумма седьмого и восьмого —

сколько времени локомотивы находятся на станции оборота: $\sum_1^n t_{\text{об}}$;

Из формулы (2.3) можно получить выражение для расчета суточного бюджета (фонда) времени электровоза:

$$24 = \frac{1}{N_{\text{э}}} \left(\sum_1^n t_{\text{дв}} + \sum_1^n t_{\text{см}} + \sum_1^n t_{\text{об}} \right) \quad (2.5)$$

Разделив почленно слагаемые в формуле (2.5) на $N_{\text{э}}$, получим искомые средние значения составляющих суточного бюджета времени электровоза: время в пути $t_{\text{дв}}$, простой на станции смены локомотивных бригад $t_{\text{см}}$, простой на станциях оборота локомотива $t_{\text{об}}$.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

2.3. Оборот локомотива T_i представляет собой время в часах, затрачиваемое электровозом на обслуживание поездов за цикл его работы от момента отправления со станции основного депо до следующего отправления с этой же станции. Средний оборот

$$T_{\text{об}} = \frac{1}{n_T} \sum_{i=1}^n T_i \quad (2.6)$$

где n_T — количество завершённых оборотов локомотивов за сутки.

При заданных в курсовой работе условиях, когда электровозы работают на одном участке обращения, количество завершенных оборотов соответствует количеству пар поездов, обращающихся на этом участке. Следовательно, средний оборот электровоза можно рассчитать по формуле

$$T_{об} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$$

Для определения среднесуточного пробега электровозов, в км, воспользуйтесь формулой

$$S_C = \frac{1}{N_{\circ}} \sum_{i=1}^m 2l_i n_i,$$

где m — число участков обращения локомотивов;

l_i — длина участка обращения;

n_i — число пар поездов на i -ом участке.

Время полезной работы электровоза показывает, сколько в среднем часов в сутки электровоз находится в движении с поездом. Его рассчитывают в ч следующим образом

$$T_{п} = \frac{24}{1 + \sigma V_{T.CP}}, \quad (2.7)$$

где σ — средний удельный простой электровоза эксплуатируемого парка в ч на 1 км пробега;

$V_{T.CP}$ — средняя техническая скорость.

Средний удельный простой электровоза рассчитывают в ч/км по формуле

$$\sigma = \frac{\tau_{np}}{S_C},$$

где S_C — среднесуточный пробег электровоза, км;

τ_{np} — средний суммарный простой электровоза в ч, определяемый как $t_{np} = t_{cm} + t_{об}$.

В работе принято, что все идущие по участку БВ поезда не имеют остановок на промежуточных станциях, поэтому средняя техническая и средняя участковая скорости, в км/ч, равны

$$V_{m\ cp} = V_{y\ cp}$$

В том случае, когда электровазы депо обслуживают m тяговых плеч,

$$V_{y.cp} = \frac{2 \sum_{i=1}^m l_i}{\sum_{i=1}^m (t'_i + t''_i)},$$

где t'_i и t''_i - время в пути на плече l_i в одном и другом направлении.

Подставив полученные значения среднего удельного простоя электровазы и средней участковой скорости в формулу (2.7), можете рассчитать время полезной работы электровазы. Сравните полученный результат с вычисленным ранее значением времени в пути $t_{\text{дв}}$.

Рассчитывая суточную производительность в ткм брутто, необходимо иметь в виду, что часть своего месячного или годового пробега электроваз совершает без поезда

$$\Pi = \frac{Q_{\text{бр}} S_c}{1 + \beta_0}.$$

Здесь $Q_{\text{бр}}$ — средняя масса поезда, т;

β_0 — коэффициент одиночного пробега электровазы.

Подготовьте ответ на контрольный вопрос.

Оба показателя заданы. Результаты расчетов, выполненных на шаге 2.3, также сведите в табл.