

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1977.2.04>

К. ЭЙГИ

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЭКСТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В статье рассматриваются проблемы, возникающие при применении в практике предприятий различных методов для определения экстенсивного использования оборудования. Дается качественная оценка имеющимся методам и затрагивается вопрос о достоверности результатов, получаемых с их помощью. Особое внимание уделено разработке методики определения среднегодового коэффициента сменности оборудования по трудоемкости.

*

Необходимость интенсификации производства на данном этапе экономического развития выдвигает на первый план требование повышения эффективности использования производственных ресурсов, в первую очередь рабочей силы и основных производственных фондов. В совокупности факторов, определяющих достижение этой цели, важное место занимает совершенствование экстенсивного использования производственного оборудования. Будучи непосредственно связанным с технологическим процессом, этот фактор способствует повышению фондоотдачи и производительности труда рабочих, а также сокращению производственных и эксплуатационных расходов.

Из показателей экстенсивного использования производственного оборудования наиболее широко применяется коэффициент сменности. Как обобщающий экономический показатель, он характеризует количество смен, отработанных в среднем на единицу оборудования за сутки.

Изучению сущности коэффициента сменности и его методической разработке посвящено довольно много научных трудов, и можно было бы предполагать, что многие проблемы, или по крайней мере основные из них, уже нашли решение. Большой вклад в изучение экстенсивного использования оборудования и разработку методики определения сменности внесли советские ученые Б. Бурда, А. Воронов, В. Воротилов, Я. Кваша, Э. Куль, Н. Макеев, А. Никифоров и другие. Однако развитие экономической теории и производства заставляет ученых подходить ко многим, в том числе уже в некоторой мере решенным вопросам, с новых позиций. Прежде всего это касается измерения степени экстенсивного использования оборудования, разработки методических

основ определения самого коэффициента сменности и его динамики на протяжении ряда лет.

В течение долгого времени о сменности работы производственного оборудования судили, а во многих отраслях продолжают судить по коэффициенту сменности рабочих. Распространено мнение, что этот показатель, исчисляемый как отношение общего числа рабочих всех смен за сутки к числу рабочих наиболее многочисленной, обычно первой смены, с достаточной точностью характеризует экстенсивное использование производственного оборудования.

Основное преимущество определения коэффициента сменности оборудования с помощью коэффициента сменности рабочих заключается в относительной простоте расчетов. Однако следует иметь в виду, что экономическая природа этих двух показателей различна. По существу различны и факторы, воздействующие на оборудование и на изменение величин коэффициентов сменности рабочих и производственного оборудования. Поэтому, как правило, равенства между числом рабочих-станочников, занятых в какую-то смену, и количеством работающих в данную смену оборудования не существует. Следовательно, не существует и численного равенства между коэффициентами сменности рабочих и производственного оборудования.

Многие экономисты, бывшие ранее сторонниками определения коэффициента сменности производственного оборудования только по сменности рабочей силы, в последнее время признают неточность этого метода. Желая получить более достоверный результат, некоторые экономисты пытались усовершенствовать методики путем введения в них соответствующих поправок. Сущность этих поправок заключается в том, что коэффициент сменности рабочих корректируется с помощью коэффициента удорожания рабочего места или же стоимостных показателей основных производственных фондов. Встречаются и другие способы корректировки, которые базируются на технологических основах производственного процесса.

Следует, однако, заметить, что хотя подобные поправки в определенных условиях и могут несколько приблизить исчисляемый результат к действительности, полного доверия они все же не заслуживают. Дело в том, что в результате этих поправок искажается экономическое содержание коэффициента сменности оборудования. Поиски экономистов дали лишь своеобразные сконструированные показатели, только косвенно характеризующие сменность оборудования. Вместе с тем такие исправленные методические разработки очень чувствительны к действию посторонних факторов, например, периодической переоценке основных фондов и опережению роста стоимости оборудования в противовес росту его производительности.

Несовершенство многих имеющихся методов определения коэффициента сменности оборудования побуждало ученых искать новые методы, свободные от влияния стоимостных и трудовых факторов. Уже продолжительное время ЦСУ СССР и союзных республик применяют методику, построенную на технологических основах.

По этой методике коэффициент сменности оборудования основного производства s определяется как отношение отработанных за сутки станко-смен R ко всему количеству установленного оборудования A , скорректированное с коэффициентом использования сменного времени

$$n \left(s = \frac{R}{A} n \right).$$

Количество станко-смен, отработанных в среднем на единицу уста-

новленного оборудования, представляет собой обобщенный показатель. Определяемый по данным непосредственного наблюдения и подсчета, он даст достоверные результаты за обследуемое время (сутки). Положительно в этой методике то, что с помощью коэффициента n учитываются внутрисменные простои оборудования. Таким образом, приведенную методику можно признать приемлемой для определения текущей сменности оборудования за одни сутки.

Однако при оценке экономических результатов производственной деятельности предприятий важно знать не только численное значение коэффициента сменности оборудования за определенный момент времени, но и характер, скорость и направление его изменения во времени. Эта проблема наиболее интересна, ибо динамика сменности оборудования во многом связана с качественными изменениями в производственной деятельности предприятий, а также раскрывает потенциальные возможности расширения и интенсификации производства.

Периодически проводимые ЦСУ ЭССР суточные обследования свидетельствуют о том, что установленное в машиностроении Эстонии технологическое оборудование используется немногим более, чем одной сменой. Коэффициент сменности оборудования основного производства по данным последнего наблюдения, проведенного 14 мая 1975 года, составил 1,20 и вспомогательного — 1,09. При этом в основном производстве наблюдалось снижение сменности оборудования по сравнению с данными 1965 года на 7%.

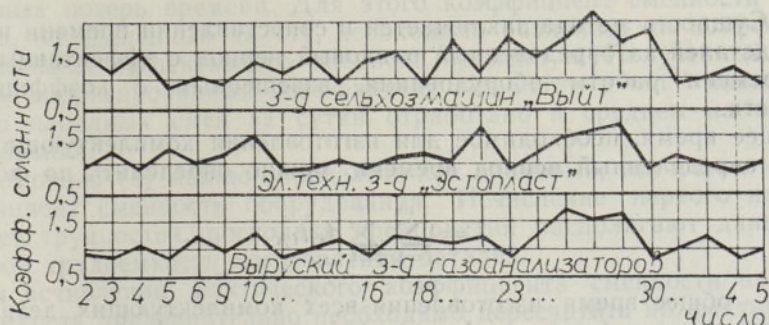
Однако при анализе этих данных возникают некоторые вопросы и сомнения: насколько они достоверны и с какой вероятностью отражают действительную динамику сменности оборудования на протяжении ряда лет? Попытаемся ответить на этот вопрос.

Обследование использования оборудования проводится раз в два года. Динамику сменности оборудования во времени на основании данных суточных наблюдений с достоверной точностью можно выявить только при условии, что определенный в день наблюдения суточный коэффициент сменности одновременно является и среднегодовым. Если это предположение верно, то и данные о динамике сменности оборудования за обследуемый период можно признать достоверными. Для выявления этого целесообразно обследовать характер изменения коэффициента сменности оборудования во времени.

Проведенные автором многолетние наблюдения по методике станко-смен, применяемой также ЦСУ ЭССР, дают четкое представление о характере изменения суточного коэффициента сменности оборудования. Для наглядности приведем график (см. рисунок), характеризующий эти изменения в основном производстве.

Как видно из графика, суточный коэффициент сменности оборудования колеблется в больших пределах. За относительно короткое время максимальный суточный коэффициент сменности по рассматриваемым заводам отличается от своего минимального значения на 87...105%. Обусловлено это прежде всего технологическими особенностями и типом производства.

В серийном производстве при широкой номенклатуре продукции механические цехи заводов по дням загружены неравномерно, поэтому часть производственного оборудования в отдельные дни некоторое время простаивает, что ведет к снижению сменности оборудования. Разрыв в работе оборудования зависит от длительности периода с начала изготовления партии деталей до их монтажа, который на заводах приборостроения составляет 1,5...2 дня, а на заводах тяжелого машиностроения — 2,5...4 дня. Помимо этого, неравномерная загруз-



Динамика коэффициента сменности оборудования за сентябрь 1976 г., определенного по методике ЦСУ.

ка оборудования по дням вызвана такими причинами, как нехватка рабочих-станочников и несвоевременное поступление материалов и сырья.

Из графика видно также, что суточный коэффициент сменности резко возрастает в конце второй и в начале третьей декад месяца, в начале следующего месяца он вновь уменьшается на 0,85... 1,05. Причина этого заключается в неритмичной работе предприятий, когда в третьей декаде выпускается около 52—68% месячной продукции. Особенно ярко такая тенденция проявляется на заводах тяжелого машиностроения с мелкосерийным производством и относительно продолжительным производственным циклом.

На графике мы привели данные только по трем заводам, однако аналогичное положение имело место и на других обследованных нами машиностроительных предприятиях республики.

Имея представление о характере изменения коэффициента сменности оборудования, можно судить о достоверности результатов определения динамики его сменности за ряд лет на основании данных наблюдений одних суток.

Поскольку дата проведения единовременных суточных обследований использования оборудования назначается заранее, может оказаться, что она придется на такой день, когда суточный коэффициент сменности значительно отличается от своего среднегодового значения. Наблюдения показывают, что вероятность совпадения суточного коэффициента сменности оборудования с его среднегодовым значением на практике очень мала, поэтому перенесение суточных данных на весь год не оправдано. В этой связи можно заключить, что результаты определения динамики сменности оборудования за ряд лет на основании данных разовых суточных наблюдений малодостоверны.

Как видим, определение коэффициента сменности оборудования и характера его изменения во времени представляет собой весьма сложную методическую проблему. Поскольку имеющиеся методические разработки исчерпывающих ответов на многие возникающие при этом вопросы не дают, их изучение остается актуальным. Следует заметить, что имеющиеся методы определения сменности применимы в основном для проведения разового статистического анализа использования оборудования. Для точных плановых расчетов они непригодны, поскольку не отражают среднегодовой сменности.

Ниже предлагается разработанная и опробованная автором на практике предприятий машиностроения ЭССР методика определения среднегодового коэффициента сменности оборудования по методу трудоем-

кости. Сущность метода заключается в сопоставлении времени изготовления деталей за определенный плановый период с эффективным фондом времени работы оборудования, взвешенным с коэффициентом сменности.

Общее время, необходимое для изготовления комплектующих деталей за определенный период времени, можно определить по формуле:

$$T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r d_{ij} t_{ij}, \quad (1)$$

где T — общее время изготовления всех комплектующих деталей за плановый период (год), c ; d_{ij} — количество деталей i ($i=1, 2, \dots, m$), изготавливаемых на j -м станке ($j=1, 2, \dots, r$); t_{ij} — время, затраченное на i -ую деталь на j -м станке.

Для изготовления деталей в вышеуказанном количестве и номенклатуре необходимо иметь различные станки, общее количество которых составляет $\sum_{j=1}^r A_j$, где A_j — количество станков в группе j . Эффективный фонд рабочего времени одного станка при односменной работе составляет F_j часов в год. Однако производственное оборудование за одни сутки может быть использовано в нескольких сменах. Поэтому в балансе времени работы оборудования учитывается и число смен s за сутки.

Используя вышеприведенные обозначения, составим математическую зависимость:

$$s \sum_{j=1}^r A_j F_j, \quad (2)$$

характеризующую эффективный фонд времени работы оборудования за плановый период. Следовательно, можно записать уравнение:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r d_{ij} t_{ij} = s \sum_{j=1}^r A_j F_j, \quad (3)$$

которое по существу выражает баланс времени работы оборудования.

В этом уравнении s — искомый коэффициент сменности, ибо по своему экономическому содержанию характеризует среднее количество полных смен на единицу оборудования за сутки в течение всего рассматриваемого года. Итак, предложенный нами коэффициент сменности оборудования принимает вид:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r d_{ij} t_{ij}}{\sum_{j=1}^r A_j F_j}. \quad (4)$$

При разработке представленного коэффициента он трактовался как среднегодовой. Однако при необходимости с помощью (4) можно определить среднюю сменность за более короткий период времени (квартал, месяц, неделя и даже сутки). В этом случае за основу следует принимать эффективный фонд работы оборудования и требуемое количество деталей за соответствующий период времени.

При анализе использования оборудования часто возникает необходимость знать степень экстенсивного его использования с учетом внут-

рисменных потерь времени. Для этого коэффициент сменности оборудования, определенный по (4), необходимо разделить на коэффициент использования эффективного сменного времени n . Полученный таким образом скорректированный коэффициент сменности $\bar{s} = sn^{-1}$ показывает, сколько неполных смен за сутки отработано в среднем на единицу оборудования.

С помощью (4) можно определить как плановый, так и фактический коэффициент сменности оборудования. Исчисление первого не представляет трудностей, поскольку предприятия располагают данными о плановой трудоемкости изготовления деталей.

При исчислении фактического коэффициента сменности плановую трудоемкость предварительно необходимо пересчитать на фактическую. В этих целях можно рекомендовать одну из методик, разработанных А. Вороновым [1], Э. Куллем [2] или И. Машинским [3].

Как отмечено выше, по данным наблюдений за одни сутки, коэффициент сменности оборудования основного производства машиностроения Эстонии за 1969...1975 годы несколько снизился. Исследования же, проведенные методом трудоемкости, такой тенденции не показали. Наоборот, за указанный выше период среднегодовой коэффициент сменности оборудования основного производства по обследованным нами предприятиям (85% всех машиностроительных заводов республики) повысился на 6,5% и в 1975 году в среднем по сопоставляемому кругу предприятий составлял 1,28. Несколько понизилась (на 4,8%) сменность оборудования во вспомогательном производстве, где количество станков за рассматриваемый период заметно возросло и значительно опередило рост объема вспомогательных работ. В 1975 году оборудование вспомогательных цехов на обследованных заводах работало со средней сменностью 0,98.

Поскольку динамика экстенсивного использования оборудования определялась нами по среднегодовому коэффициенту сменности, приведенные результаты по сравнению с ранее полученными по методике станко-смен можно оценить как более достоверные.

Одним из важнейших методологических вопросов, связанных с теоретическим обоснованием расчета коэффициента сменности, является учитываемый в расчетах круг оборудования. В этом вопросе мнения экономистов различны и не всегда обоснованы. Например, Г. Бакланов рекомендует учитывать в расчетах только работающее оборудование, А. Никифоров и В. Савинков — все установленное.

Г. Махов, В. Яцкевич и некоторые другие экономисты, трактующие коэффициент сменности только как статистический показатель, рекомендуют включить в расчеты возможно более широкий круг оборудования [4]. Наряду с установленным в основных и вспомогательных цехах оборудованием и ремонтируемым оборудованием, они предлагают учитывать резервное оборудование, новое оборудование, числящееся еще на складах предприятий, и даже старое, уже снятое с производственных процессов.

Можно, конечно, понять выдвигающих эти рекомендации экономистов, которые стремятся связать низкую степень использования всего наличного оборудования с тем, что на предприятиях зачастую числится большое количество незагруженного и излишнего оборудования. Однако если исходить из экономической сущности коэффициента сменности оборудования и его роли в экономике производства, то упомянутые рекомендации вызывают много возражений.

Новое неустановленное оборудование еще не участвует в производственном процессе, поэтому не может влиять на показатель экономи-

ческой деятельности предприятий. Наличие такого оборудования объясняется главным образом его поступлением на предприятие до завершения капитального строительства. В связи с этим произвольное включение его в расчеты необоснованно снизило бы действительный коэффициент сменности и исказило бы фактические результаты экономической деятельности предприятий.

По тем же причинам не следует включать в расчеты старое, снятое с производственных процессов оборудование. Оно отслужило свой век и подлежит ликвидации. При этом ничем не обосновано стремление некоторых экономистов стимулировать ликвидацию старого и излишнего оборудования с помощью коэффициента сменности оборудования.

Коэффициент сменности оборудования образуется в процессе производства главным образом под влиянием нагрузки, задаваемой оборудованию производственным планом. Поэтому в расчетах сменности справедливо учитывать только производственное оборудование.

В экономике производства понятие «производственное оборудование» имеет однозначно определяемое содержание. К производственному относится такое закрепленное за цехами оборудование, с помощью которого непосредственно осуществляется технологический процесс изготовления продукции. В расчет принимается действующее оборудование основных и вспомогательных цехов и временно бездействующее — из-за ремонта, отсутствия загрузки в данный момент и по другим причинам. Что же касается резервного оборудования, наличие которого диктуется особенностями технологического процесса и санкционируется соответствующим положением, то оно в расчетах сменности учитывается в заданном количестве. Обосновано это главным образом тем, что резервное оборудование зачастую используется для выпуска дополнительной продукции.

Таким образом, при определении коэффициента сменности из расчетов исключается новое и старое, уже снятое с производственных процессов оборудование. В его учете по существу и нет необходимости, ибо степень использования всего наличного оборудования более полно можно оценить с помощью «коэффициента использования балансового оборудования», который будучи чисто статистическим показывает, какой удельный вес в общем количестве оборудования составляет излишнее и неустановленное. Присвоение функции этого показателя коэффициенту сменности ничем не оправдано.

Заканчивая рассмотрение проблемы, необходимо ответить еще на один вопрос — как следует оценить достигнутый к настоящему времени уровень коэффициента сменности? Низок ли он или же соответствует объективным условиям и потребностям производства?

В данном вопросе все экономисты придерживаются единого мнения о том, что коэффициент сменности оборудования низок, и в целях повышения эффективности общественного производства считают необходимым его повысить. В общих чертах с этим можно согласиться, ибо повышение сменности непосредственно приведет к улучшению нескольких важных экономических показателей. Кроме того, ведь многие недочеты в экономике производства, например отставание физического износа оборудования от морального, также обусловлены низким коэффициентом сменности.

Однако попытки повысить коэффициент сменности оборудования до сих пор не увенчались сколько-нибудь заметным успехом. Основная причина этого заключается в том, что комплекс мероприятий, направляемый на повышение сменности оборудования, многообразен и многие элементы его еще не разработаны и не опробованы с необходимой основа-

тельностью. Вместе с тем зачастую можно услышать явно не обоснованные рекомендации, которые не дают желаемых результатов.

По нашему мнению, прежде всего необходимо выяснить, следует ли рассматривать повышение сменности оборудования как самоцель или же оно является побочным результатом рационализации производственной и хозяйственной деятельности предприятий?

В производственно-экономических условиях предприятий коэффициент сменности оборудования зависит главным образом от объема производства, широты номенклатуры продукции, количества оборудования и его технологической и видовой структуры, а также от характера технологического процесса. В материальном производстве, где эти условия строго заданы, сменность оборудования является довольно жестким показателем, трудно поддающимся изменению. Поэтому повышение коэффициента сменности оборудования возможно лишь путем изменения значений всех или части перечисленных факторов. Результативность выполнения этого задания зависит в основном от умения экономистов в каждом конкретном случае подбирать самые подходящие факторы и планировать степень и направление их изменения.

Возможности повышения коэффициента сменности оборудования многие экономисты видят в увеличении годового объема продукции. Обосновывают они это тем, что при большем объеме продукции производственное оборудование за сутки работает больше времени.

Действительно, (4) позволяет судить о том, что это может быть так. Однако при подобном подходе к проблеме необходимо учитывать два важных обстоятельства. Во-первых, такое решение было бы справедливо, если бы номенклатура продукции оставалась неизменной или даже несколько сокращалась, количество оборудования не возрастало и серийность производства не снижалась. В этих условиях коэффициент сменности оборудования изменяется пропорционально росту объема продукции за рассматриваемый период времени. Однако в практике предприятий такие условия встречаются очень редко. Во-вторых, необходимо иметь в виду и то, что повышение сменности оборудования только путем увеличения объема продукции требует дополнительной рабочей силы.

При общем коэффициенте сменности в среднем по заводам 1,25... 1,46 часть оборудования работает со сменностью 1,8... 2,2. Это в основном уникальное производственное оборудование, обычно лимитирующее объем выпуска продукции. В то же время коэффициент сменности довольно большого количества основного оборудования находится в пределах 0,5... 1,3. Сюда входят станки финишной обработки, часть автоматического и полуавтоматического оборудования, некоторая часть прессового оборудования и вспомогательное оборудование основных цехов. При заданных объеме производства и номенклатуре продукции большее количество смен не требуется.

На основании данных о неравномерном использовании оборудования по отдельным технологическим группам у многих работников промышленности и экономистов сложилось ошибочное мнение о том, что увеличение объема продукции существенно повышает сменность оборудования.

На самом деле, это не совсем и не всегда так. Увеличение выпуска продукции требует в первую очередь ввода в эксплуатацию нового оборудования по тем группам, где оно перегружено и где сменность выше режимной уже нецелесообразна. Однако, насколько можно судить по (4), увеличение количества станков вызовет снижение сменности или же, при одновременном увеличении объема продукции, значительное

замедление ее повышения. Таким образом, в наиболее реальных производственных условиях предприятий коэффициент сменности оборудования растет гораздо медленнее объема продукции.

Конечно, с увеличением выпуска продукции несколько повышается сменность малозагруженного оборудования и вместе с тем — сменность всего парка оборудования. Однако в итоге повышение сменности по основному производству на 0,4—0,7% в год еще нельзя признать весомым результатом. Это значит, что увеличение выпуска продукции на 10% вызвало бы увеличение сменности оборудования всего на 0,55... 0,85%. В основном этим и объясняется очень медленный рост коэффициента сменности оборудования за 1965... 1975 годы на обследованных нами заводах.

Более результативные возможности повышения коэффициента сменности оборудования кроются в специализации производства. Объясняется это тем, что специализация непосредственно вызывает сокращение номенклатуры изготавливаемых разнородных деталей и вместе с тем — уменьшение числа различных технологических групп оборудования и количества оборудования в группах. С другой стороны, специализация производства способствует увеличению объема продукции. Таким образом, коэффициент сменности оборудования повышается уже под влиянием двух факторов — сокращения количества оборудования и повышения объема продукции. Поэтому, судя по (4), сменность оборудования по сравнению с объемом продукции увеличивается быстрее. По существу этот результат в наибольшей мере отвечает интересам народного хозяйства.

Следует, конечно, иметь в виду, что специализация производства не может быть решена только путем необоснованного сокращения номенклатуры продукции на каждом предприятии. Успешная специализация производства требует рационального распределения между предприятиями производства готовой продукции, отдельных узлов, деталей и заготовок на основе их конструктивно-технологической однородности. Таким образом, сокращение номенклатуры продукции еще не означает прекращения производства данного вида изделий. Они лишь передаются другим заводам, профиль которых больше соответствует выпуску этих изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Воронов, Методика анализа загрузки оборудования на машиностроительных заводах с применением математических методов и ЭВМ. Кишинев, 1970.
2. E. Kull, Tootmise planeerimine tööstusettevõtetes. Tallinn, 1971.
3. И. А. Машинский, Трудовые показатели и их применение. М., 1972.
4. В. Яцкевич, Резервы улучшения использования оборудования в промышленности. Минск, 1967.

Институт экономики
Академии наук Эстонской ЭССР

Поступила в редакцию
11/V 1976

K. EIGI

**SEADMETE EKSTENSIIVSE KASUTAMISE ASTME MÄÄRAMISE
METOODIKA PROBLEEME***Resümee*

Artiklis käsitletakse mõningaid metodoloogilisi probleeme, mis on kerkinud esile seoses vajadusega intensiivistada tootmisseadmete kasutamist. Näidatakse, et seadmete ekstensiivse kasutamise astme ja selle dünaamika määramise senised meetodid ei anna usaldusväärseid tulemusi. Esitatakse seadmete vahetuskoeffitsiendi arvutamise ja planeerimise meetod, mis põhineb tööajabilanssil; käsitletakse seadmete vahetuslikkuse kujunemist ja mõningaid vahetuskoeffitsiendi suurendamise metodoloogilisi probleeme.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud
11. V 1976

K. EIGI

**SOME METHODOLOGICAL PROBLEMS CONNECTED WITH THE
EXTENSIVE UTILIZATION OF MACHINERY***Summary*

The paper discusses some methodological problems which have cropped up due to the necessity to intensify the utilization of machinery. It is shown that the present methods applied to determine the level of the extensive utilization of machinery and its dynamics do not yield reliable results.

A method for calculating and planning the shift-coefficient of machinery on the basis of the balances of working time is presented. The mechanism of the formation of multi-shift utilization of machinery and some methodological problems concerning the raising of the shift-coefficient are treated.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics

Received
May 11, 1976