

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

## **РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ПРОСТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА**

Методические указания к проведению практических занятий  
по дисциплине «Экономика и организация производства» для студентов  
специальности 200503



Курган 2011

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплина: «Экономика и организация производства» (направление 200000, специальность 200503)

Составил: старший преподаватель С.В. Шишкина

Утверждены на заседании кафедры «16» сентября 2010 г.

Рекомендованы методическим советом университета 27 октября 2010 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Цель работы .....	5
2 Расчет производственного цикла простого производственного процесса.....	5
3 Преимущества и недостатки видов движения предметов труда.....	10
4 Пути и значение обеспечения непрерывности производственного процесса и сокращения длительности цикла.....	11
5 Практические задания.....	11
6 Контрольные вопросы.....	13
Список литературы.....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Производственный процесс машиностроительного предприятия представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, в результате которых исходные материалы и полуфабрикаты превращаются в законченное изделие – машину.

Процесс изготовления отдельной детали, или отдельный сборочный процесс, состоящий из ряда последовательных операций, является *простым процессом*. Совокупность простых процессов по изготовлению машин представляет собой *сложный процесс*.

Для обеспечения рационального взаимодействия всех элементов производственного процесса и упорядочения выполняемых работ во времени и в пространстве необходимо формирование производственного цикла изделия.

*Производственным циклом называется комплекс определенным образом организованных во времени основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, необходимых для изготовления определенного вида продукции.* Важнейшей характеристикой производственного цикла является его длительность.

*Длительность производственного цикла* - это календарный период времени, в течение которого материал, заготовка или другой обрабатываемый предмет проходит все операции производственного процесса или определенной его части и превращается в готовую продукцию. Длительность цикла выражается в календарных днях или часах. *Структура производственного цикла* включает время рабочего периода и время перерывов. В течение рабочего периода выполняются собственно технологические операции и работы подготовительно-заключительного характера. К рабочему периоду относятся также продолжительность контрольных и транспортных операций и время естественных процессов. Время перерывов обусловлено режимом труда, межоперационным пролеживанием деталей и недостатками в организации труда и производства.

Время межоперационного пролеживания определяется перерывами партионности, ожидания и комплектования. Перерывы партионности возникают при изготовлении изделий партиями и обусловлены тем, что обработанные изделия пролеживают, пока вся партия не пройдет через данную операцию. При этом исходят из того, что производственной партией называется группа изделий одного и того же наименования и типоразмера, запускаемых в производство в течение определенного времени при одном и том же подготовительно-заключительном периоде. Перерывы ожидания вызваны несогласованной длительностью двух смежных операций технологического

процесса, а перерывы комплектования – необходимостью ожидания того времени, когда будут изготовлены все заготовки, детали или сборочные единицы, входящие в один комплект изделий [1].

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью практических занятий является углубление теоретических знаний по курсу «Экономика и организация производства», развитие у студентов навыков самостоятельной работы с информационными источниками, а также закрепление полученных теоретических знаний в процессе решения практических задач.

## 2 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ПРОСТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Длительность производственного процесса, т.е. календарный период времени, в течение которого выполняется производственный процесс, называется производственным циклом. Производственный цикл выражается в календарных днях (сутках). Его длительность зависит от ряда факторов:

1) норм времени на выполнение технологических операций; 2) размера партии обрабатываемых изделий; 3) порядка передачи изделий с операции на операцию; 4) времени перерывов в производстве в связи с регламентом работы производства, а также в связи с пролеживанием изделий между операциями и выполнением вспомогательных работ.

Время обработки партии деталей (изделий) на операции (в мин) характеризуется операционным циклом (1):

$$T_{on} = \frac{nt_{ш.к.}}{c}, \quad (1)$$

где  $n$  – размер партии деталей (изделий), шт.;  $t_{ш.к.}$  - полная штучно калькуляционная норма времени на операцию, мин;  $c$  – число рабочих мест на операции.

Операционные циклы в процессе могут протекать последовательно или в какой-то мере одновременно. Это зависит от порядка передачи партий по операциям, который в большой мере предопределяет длительность цикла обработки партии.

Возможны три вида движения партий в производстве.

*Последовательный* - вид движения, когда вся обрабатываемая партия деталей передается на последующую операцию лишь после полного окончания

обработки всей партии на предыдущей операции. При этом длительность цикла технологических операций (в мин) определяется суммой операционных циклов (2):

$$T'_{\text{посл}} = n \sum_{1}^m \frac{t_{\text{ш.к}}}{c} + t_{\text{е.ст.}}, \quad (2)$$

а длительность производственного цикла  $T_{\text{посл}}$  (3) включает дополнительно межоперационные перерывы, длительность естественных процессов (рисунок 1).

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{1}^m \frac{t_{\text{ш.к}}}{c} + t_e + mt_{\text{м.о.}} \quad (3)$$

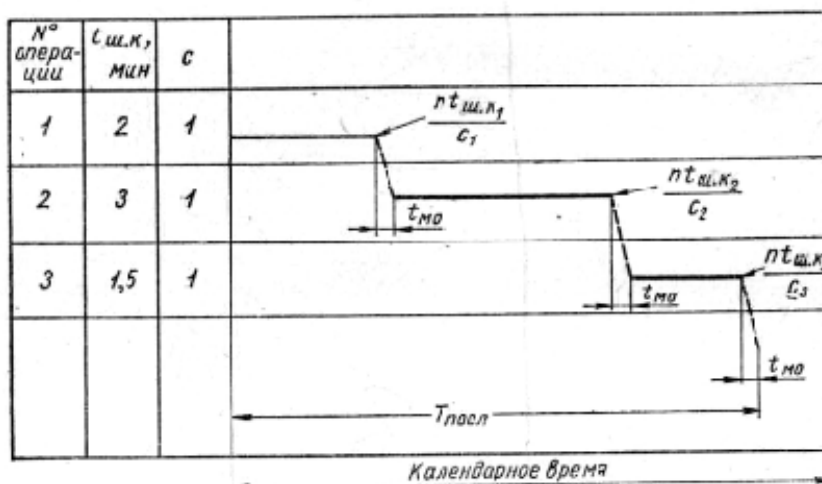


Рисунок 1 – График цикла при последовательном виде движения партий в производстве ( $n=15$  шт.;  $t_{\text{м.о.}}=3$  мин)

В этих формулах  $m$  – число операций в процессе;  $t_{\text{ест}}$  – длительность естественных процессов в соответствующей размерности (обычно в сменах и сутках);  $t_{\text{м.о.}}$  – среднее межоперационное время, мин.

*Параллельно-последовательный* - вид движения, при котором следующая операция начинается ранее, чем наступает полное окончание обработки всей партии на предыдущей операции, и осуществляется без перерывов в изготовлении партии деталей на каждом рабочем месте. При этом происходит частичное совмещение времени выполнения смежных операционных циклов. Передача предметов труда с операции на операцию осуществляется партиями  $p$  или поштучно ( $p=1$ ). Длительность технологического цикла  $T'_{\text{п.п}}$  (4) будет

соответственно меньше, чем при последовательном виде движения, на величину совмещения операционных циклов (рисунок 2):

$$T'_{n.n} = T'_{\text{посл}} - \sum_1^{m-1} \tau. \quad (4)$$

В практике встречаются два способа сочетания смежных операционных циклов:

а) предыдущий операционный цикл меньше последующего, т.е.  $T'_{oni} < T'_{on(i+1)}$  в этом случае начало обработки на последующей операции возможно сразу после окончания обработки первой штуки или передаточной партии на предыдущей операции;

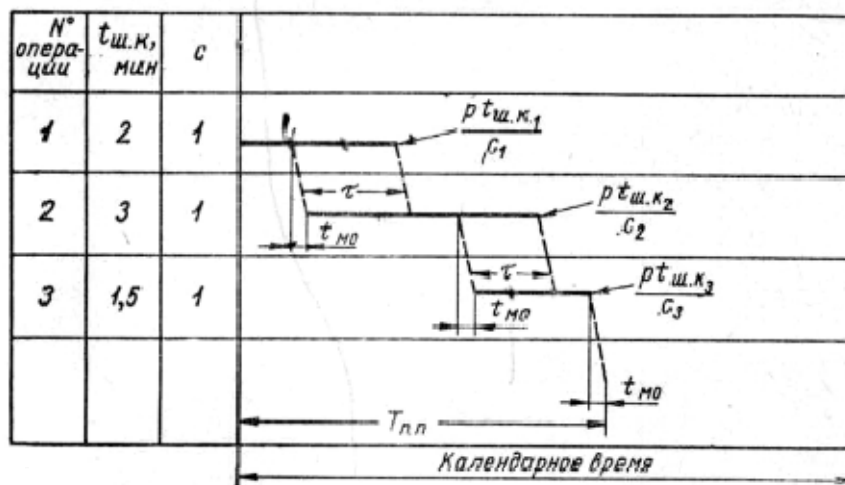


Рисунок 2 – График цикла при параллельно-последовательном виде движения партий в производстве (n=15 шт.; p=5 шт; t<sub>м.о.</sub> = 3 мин)

сокращение длительности цикла вследствие параллельно-последовательного сочетания операционных циклов  $\tau$  будет определяться разностью  $T'_{\text{посл}}$  и  $T'_{\text{п.п}}$  (5):

$$\tau = T'_{\text{посл}} - T'_{n.n} = \frac{nt_{ш.к_1}}{c_1} - \frac{pt_{ш.к_1}}{c_1} = (n - p) \frac{t_{ш.к}}{c_1}; \quad (5)$$

б) предыдущий операционный цикл больше последующего, т.е.

$$T'_{oni} > T'_{on(i+1)}.$$

В этом случае начало обработки на последующей операции определяется из условия, что последняя штука или передаточная партия, будучи закончена обработкой на предыдущей операции, немедленно начинает обрабатываться на последующей. Остальные штуки или передаточные партии должны быть закончены обработкой (непрерывно) к этому моменту.

Сокращение длительности цикла  $\tau$  в этом случае определяется также разностью  $T'_{\text{посл}}$  и  $T'_{\text{п.п}}$ .

Обратим внимание на то, что сокращение длительности цикла  $\tau$  (в том и другом случае сочетания операционных циклов) определяется как наименьший из двух сопоставимых операционных циклов обработки партий величиной  $(n-p)$ . Следовательно, в любом случае  $\tau = (n-p) (t_{\text{ш.к}} : c)_{\text{кор}}$ ; тогда, учитывая время протекания естественных процессов, получим (6):

$$T_{n.n} = n \sum_1^{m-1} \frac{t_{\text{ш.к}}}{c} - (n-p) \sum_1^{m-1} \left(\frac{t_{\text{ш.к}}}{c}\right)_{\text{кор}} + t_{\text{ест}} + mt_{\text{м.о.}}, \quad (6)$$

где  $\sum_1^{m-1} \left(\frac{t_{\text{ш.к}}}{c}\right)_{\text{кор}}$  - сумма коротких операционных циклов из каждой пары смежных операций;

$T_{\text{п.п}}$  – производственный цикл;  $T'_{\text{п.п}}$  – технологический цикл.

*Параллельный* вид движения, при котором небольшие передаточные партии  $p$  запускаются на последующую операцию сразу после обработки их на предыдущей независимо от всей партии. В этом случае полностью загружена наиболее трудоемкая операция с самым длительным операционным циклом; менее трудоемкие операции имеют перерывы (рисунок 3).

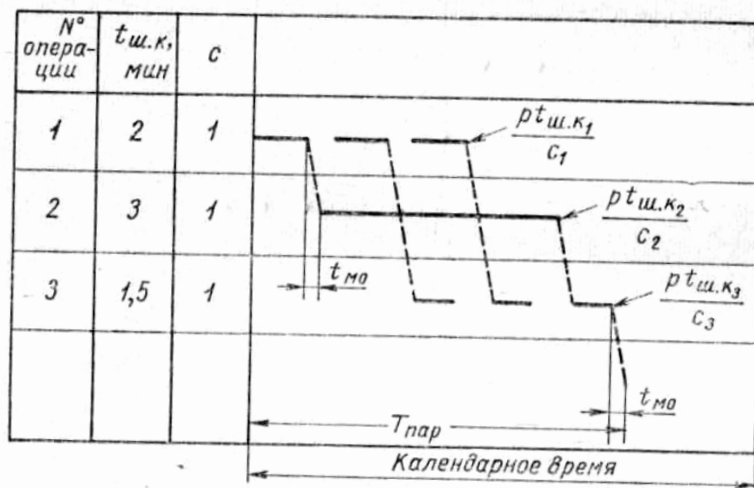


Рисунок 3 – График цикла при параллельном виде движения партий в производстве

При параллельном движении партии обеспечивается наиболее короткая длительность производственного цикла (7)  $T_{\text{пар}}$  (в мин):

$$T_{\text{пар}} = (n-p) \left(\frac{t}{c}\right)_{\text{max}} + p \sum_1^m \left(\frac{t}{c}\right) + t_{\text{ест}} + mt_{\text{м.о.}}, \quad (7)$$



где  $(n-p)\left(\frac{t_{u.k}}{c}\right)_{max}$  - цикл операции с максимальной продолжительностью.

При построении графика цикла сначала отмечаем последовательную обработку первой передаточной партии без задержки по всем операциям; затем, предусмотрев непрерывную обработку всех партий на операции с максимальным операционным циклом, графически определить время начала и окончания обработки каждой партии на остальных операциях.

Так как длительность производственного цикла для построения календарных планов необходимо определять в календарных днях, то при расчете производственных циклов следует принимать во внимание длительность рабочего дня (в часах или минутах), число смен в сутки, режим работы участка и предприятия и межоперационные перерывы, вызванные выполнением транспортных, контрольных и других операций, а также пролеживанием деталей в ожидании обработки.

Контрольные операции могут быть самостоятельно включены в состав технологических операций и рассматриваться при определении длительности цикла.

Кроме того, могут иметь место естественные процессы.

Исходя из сказанного, приведенные выше формулы длительности производственного цикла (в календарных днях) примут следующий вид:

$$T_{\text{посл}} = \frac{1}{sqf} \left( n \sum_1^m \left( \frac{t_{u.k}}{c} + mt_{m.o.} \right) + \frac{1}{24} t_{ecm} \right); \quad (8)$$

$$T_{\text{посл}} = \frac{1}{sqf} \left[ n \sum_1^m \frac{t_{u.k}}{c} - (n-p) \sum_1^{m-1} \left( \frac{t_{u.k}}{c} \right)_{\text{кор}} + mt_{m.o} \right] + \frac{1}{24} t_{ecm}; \quad (9)$$

$$T_{\text{пар}} = \frac{1}{sqf} \left[ (n-p) \left( \frac{t_{u.k}}{c} \right)_{\text{max}} + p \sum_1^m \frac{t_{u.k}}{c} + mt_{m.o} \right] + \frac{1}{24} t_{ecm}, \quad (10)$$

где  $s$  – число смен;  $q$  – продолжительность смены, мин;  $f$  – коэффициент для перевода рабочих дней в календарные; при 260 рабочих днях в году  $f=260:365=0,71$ .

Отношение  $T_{\text{п.п}}/T_{\text{посл}}$  называют *коэффициентом параллельности*  $k_{\text{п}}$ .

Коэффициент параллельности показывает сокращение длительности цикла при параллельно-последовательном или параллельном виде движения по сравнению с последовательным [2].

### **3 ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВИДОВ ДВИЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ТРУДА**

*Последовательный производственный цикл.* Отличается простотой организации и широко применяется в единичном и серийном производстве при партионной обработке деталей и сборке узлов. Недостатком последовательного движения является большая продолжительность технологического цикла. Каждая деталь перед началом последующей операции ожидает окончания обработки всей партии, в результате чего удлиняется общий цикл.

*Параллельно-последовательный производственный цикл.* Характеризуется тем, что изготовление предметов труда на последующей операции начинается до окончания обработки всей партии на предыдущей операции, т.е. имеется некоторая параллельность выполнения операций. При этом ставится условие, чтобы партия непрерывно обрабатывалась на каждом рабочем месте. Из-за этого условия параллельно-последовательный цикл может быть продолжительнее параллельного. Преимуществом параллельно-последовательного цикла является его более короткая продолжительность по сравнению с циклом последовательным. Недостатком этого вида движения является его очень сложная организация. Применяется главным образом в обрабатывающих цехах при изготовлении больших и трудоемких по операциям партий деталей.

*Параллельный производственный цикл* характеризуется тем, что предметы труда передаются на последующую операцию и обрабатываются немедленно после выполнения предыдущей операции независимо от готовности всей партии. Таким образом, детали одной и той же партии изготавливаются параллельно на всех операциях. Малогабаритные нетрудоемкие предметы труда могут передаваться не поштучно, а передаточными (транспортными) партиями. Количество деталей в транспортной партии устанавливается опытным путем. Достоинством этого вида движения является самая короткая продолжительность производственного цикла при относительно простой организации. Если при параллельном движении операции не равны и не кратны по длительности и, следовательно, невозможно ввести параллельные рабочие места на эти операции так, чтобы выполнялся принцип пропорциональности, то на всех операциях кроме главной возникают перерывы в работе оборудования и рабочих. Параллельное движение применяется в массовом и крупносерийном производстве при выполнении операций равной или кратной длительности [4].

#### **4 ПУТИ И ЗНАЧЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И СОКРАЩЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА**

Высокая степень непрерывности процессов производства и сокращение длительности производственного цикла имеет большое экономическое значение: снижаются размеры незавершенного производства, ускоряется оборачиваемость оборотных средств, улучшается использование оборудования и производственных площадей, снижается себестоимость продукции.

Повышение уровня непрерывности производственного процесса и сокращение длительности цикла достигаются, во-первых, повышением технического уровня производства, во-вторых, мерами организационного характера. Оба пути взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Техническое совершенствование производства идет в направлении внедрения новой технологии, прогрессивного оборудования и новых транспортных средств. Это ведет к сокращению производственного цикла за счет снижения трудоемкости собственно технологических и контрольных операций, уменьшения времени на перемещение предметов труда.

Организационные мероприятия должны предусматривать:

- сведение до минимума перерывов, вызванных межоперационным пролеживанием, и перерывов партионности за счет применения параллельного и параллельно-последовательного методов движения предметов труда и улучшения системы планирования;

- построение графиков комбинирования различных производственных процессов, обеспечивающих различное совмещение во времени выполнения смежных работ и операций;

- сокращение перерывов ожидания на основе построения оптимизированных планов-графиков изготовления продукции и рационального запуска деталей в производство;

- внедрение предметно-замкнутых и поддетально-специализированных цехов и участков, создание которых уменьшает длину внутрицеховых и межцеховых маршрутов, сокращает затраты времени на транспортировку [5].

#### **5 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

1 Определить длительность производственного цикла обработки партии деталей при всех видах движения, построить графики процесса обработки и определить коэффициенты параллельности.

Дано:  $n=12$  штук – величина партии деталей

$t_{mo} = 2$  мин – среднее межоперационное время

$t_l = 35$  мин – длительность естественных процессов

$p = 6$  шт – размер передаточной партии.

№	1	2	3
t	4	1,5	6
c	1	1	2

2 Определить длительность технологического цикла обработки партии деталей при различных видах движения. Построить графики процесса обработки партии деталей и определить коэффициенты параллельности:

1)  $n=6$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3	4
t	3	4	2	10
c	1	1	1	2

2)  $n=5$  шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3	4	5
t	2	9	5	8	3
c	1	1	1	1	1

3)  $n=6$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3	4
t	8	4	2	10
c	1	1	1	2

4)  $n=4$ шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3
t	3	4	2
c	1	1	1

5)  $n=5$  шт;  $p=2$  шт

№	1	2	3
t	4	2	10
c	1	1	1

6)  $n=6$  шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3
t	4	1,5	6
c	1	1	1

7)  $n=12$  шт;  $p=6$  шт.

№	1	2	3
t	4	2	6
c	1	1	2

8)  $n=10$  шт;  $p=5$  шт.

№	1	2	3
t	4	2	10
c	1	1	1

9)  $n=20$  шт;  $p=4$  шт.

№	1	2	3
t	2	9	5
c	1	1	1

10)  $n=15$  шт;  $p=5$  шт.

№	1	2	3
t	2	8	4
c	1	1	1

11)  $n=20$  шт;  $p=5$  шт.

№	1	2	3	4
t	1	4	2	5
c	1	1	1	1

12)  $n=8$  шт;  $p=4$  шт.

№	1	2	3
t	3	5	8
c	1	1	1

13)  $n=10$  шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3
t	2	6	4
c	1	1	1

14)  $n=8$ ;  $p=1$ .

№	1	2	3	4
t	4	2	6	8
c	1	1	1	1

15)  $n=12$  шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3
t	3	6	7
c	1	1	1

16)  $n=5$  шт;  $p=1$  шт.

№	1	2	3
t	5	8	3
c	1	1	1

17)  $n=6$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3	4
t	8	2	10	5
c	1	1	1	1

18)  $n=10$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3
t	2	7	5
c	1	1	1

19)  $n=8$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3	4
t	5	3	8	7
c	1	1	1	1

20)  $n=12$  шт;  $p=2$  шт.

№	1	2	3	4
t	8	2	10	5
c	1	1	1	1

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Какой вид движения предметов труда имеет минимальную продолжительность во времени?
- 2 Как влияет уменьшение передаточной партии на продолжительность параллельно-последовательного и параллельного циклов?
- 3 На какую величину продолжительность производственного цикла больше продолжительности технологического цикла?
- 4 В чем заключается основной недостаток параллельного производственного цикла?
- 5 Что показывает коэффициент параллельности?
- 6 Каковы недостатки последовательного производственного цикла?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учеб.-метод. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002.- 392 с.
- 2 Сборник задач по организации и планированию машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.- Изд-е 3-е, перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1976.
- 3 Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием»: Учеб. пособие для вузов/ Под. ред. В.А. Родионова. – М.: Высш. школа, 1980. -264 с.
- 4 Фатхутдинов Р.А., Сивкова Л.А. Организация производства. Практикум. –М.: ИНФРА-М, 2001.-156 с.
- 5 Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г.Туровец, В.Б. Родионов и др.; Под. ред. О.Г. Туровца. – М.: ИНФРА – М, 2002. -528 с.

Шишкина Светлана Владимировна

**РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА  
ПРОСТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА**

Методические указания к проведению практических занятий  
по дисциплине «Экономика и организация производства»  
для студентов специальности 200503

Редактор Н.Л. Борисова

---

Подписано к печати	Формат 60×84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.