

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 621.002.2

Б.И. Коган

О СОЗДАНИИ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Письмом Минобразования России от 16.09.2002 года ВУЗам представлена методика создания оценочных средств для итоговой государственной аттестации выпускников вузов на соответствие требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. В состав фонда оценочных средств должны входить методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценки уровня подготовки выпускников на базе выполнения выпускной квалификационной работы. Важным этапом формирования инженера является работа студента над курсовым и дипломным проектами, в период которой студент обязан показать уровень, качество усвоения учебных материалов, эрудицию, умения и желания использовать **патентный фонд**, способность к коллективному решению задач технологического и организационного обеспечения качества предметов производства, охраны труда, снижения трудоемкости, сокращения ручного труда, обеспечения гибкости производства, умения прорабатывать на технологичность **детали и сборочные единицы**.

На кафедре технологии машиностроения в рамках **создаваемой** системы управления качеством учебного процесса разработаны и созданы методические указания по формированию тематики курсового и дипломного проектирования и количественной оценки уровня разработки этих проектов [1; 2]. В данной статье излагается для обсуждения соответствующая

методика, в основу которой положены работы профессора Солода Г.И. и автора [4; 3].

Методические указания (МУ) устанавливают единый порядок оценки уровня разрабатываемых студентами технологических процессов механической обработки и сборки деталей машин, курсовых и дипломных проектов и должны использоваться студентами для самооценки собственных разработок, а также при рецензировании. Данные МУ являются элементом создаваемой в КузГТУ системы качества и оценки уровня учебного процесса.

Основные показатели оценки уровня разработок показатели

Показателями уровня проектов являются показатели эффективности использования материалов ($K_{им}$), прогрессивности технологического оборудования и оснастки ($P_{об}$, $P_{ос}$), уровень механизации и автоматизации труда ($Y_{ма}$), показатели поточности производства ($P_{пт}$) и коэффициент многостаночного обслуживания ($K_{мо}$), коэффициент загрузки оборудования ($K_{зо}$). Сущность уровня проекта тождественна уровню технологической подготовки производства ($V_{ТП}$) [1].

Коэффициент использования материалов характеризует прогрессивность используемых заготовок и применяется при оценке уровня технологических процессов механической обработки деталей. Выбор заготовок должен быть экономически обоснован.

$$K_{им} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}}, \quad (1)$$

где $M_{дет}$ - масса детали, кг; $M_{заг}$ - масса заготовки или норматив расхода материалов на изделие (кг).

Показатель использования прогрессивного оборудования ($P_{об}$) выражается отношением трудоемкости изготовления деталей на прогрессивном оборудовании ($T_{прог}$) в станочасах к общей трудоемкости:

$$P_{об} = \frac{T_{пр}}{T_{общ}} \quad (2)$$

Показатель использования прогрессивной оснастки (приспособлений и инструментов) ($P_{ос}$) выражается отношением трудоемкости изготовления деталей с применением прогрессивной оснастки ($T_{осн}$) к общей трудоемкости:

$$P_{ос} = \frac{T_{осн}}{T_{общ}} \quad (3)$$

Уровень механизации и автоматизации труда ($Y_{ма}$) в соответствии с ГОСТом выражается отношением машинного времени ($T_{м}$) к штучному времени ($T_{шт}$):

$$Y_{ма} = \frac{T_{м}}{T_{шт}} \quad (4)$$

Показатель поточности ($P_{пт}$) выражается отношением трудоемкости изготовления, продукции на поточных линиях или специализированных участках ($T_{п.л.}$) к общей трудоемкости (T):

$$P_{nn} = \frac{T_{н.л.}}{T_{общ}} \quad (5)$$

Коэффициент многостаночного обслуживания ($K_{м.о.}$) число станков, обслуживаемых одним рабочим:

$$K_{м.о.} = \frac{T_{ст.ч.}}{T_{чел.ч.}} \quad (6)$$

где $T_{ст.ч.}$, $T_{чел.ч.}$ – время на изготовление изделий и выраженное в станко- и человеко-часах.

Можно использовать показатель многостаночного обслуживания ($P_{м.о.}$), выражаемый отношением количества единиц работающего оборудования в наибольшую (первую смену) к количеству станочников, работающих в эту смену ($P_{ст.}$):

$$P_{м.о.} = \frac{Q_p}{P_{ст.}} \quad (7)$$

Коэффициент загрузки оборудования $K_{з.о.}$, выражаемый отношением расчетного числа станков (C_p) к принятому (C_n):

$$K_{з.о.} = \frac{C_p}{C_n} \quad (8)$$

Дополнительные показатели

В качестве дополнительных показателей могут использоваться показатели применения промышленных роботов (манипуляторов, средств автоматизированного перемещения полуфабрикатов и деталей P_p): удельный вес станков и стенов, на которых осуществляются операции отделочной и упрочняющей технологии, контрольно-обкаточные операции после сборки и др. или удельная станкоемкость (P_p, P_3).

Показатель применения роботов и средств автоматической

транспортировки (P_p) выражается отношением трудоемкости соответствующих операций к общей трудоемкости ($T_{общ}$):

$$P_p = \frac{T_p}{T_{общ}} \quad (9)$$

Этот показатель можно не определять, если соответствующая информация учитывается уровнем механизации и автоматизации труда.

$$P_3 = \frac{C_d}{C_{общ}} \quad (10)$$

где C_d - количество соответствующего оборудования или станкоемкость; $C_{общ}$ - общее количество оборудования или общая станкоемкость.

При оценке проектов определяются (рассматриваются) обязательные относительные технико-экономические показатели: выпуск продукции в тоннах с единицы оборудования, с

Таблица 1
Нормативные (рекомендуемые) значения показателей и коэффициенты их весомостей

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Нормативные (рекомендуемые) значения показателей по типам производства			Коэффициент весомости	
			Единичное и мелкосерийное	среднесерийное	массовое	Механической обработки	сборки
1	Коэффициент использования материалов	$K_{им}^H$	0,7	0,8	0,85	0,1	-
2	Показатель использования прогрессивного оборудования:						
2.1	механообработки	$\Pi_{обм}^H$	0,4	0,5	0,7	0,4	-
2.2	сборки	$\Pi_{обс}^H$	0,2	0,4	0,7	-	0,3
3	Показатель использования прогрессивной оснастки (приспособлений, инструментов)						
3.1	при механообработке	$\Pi_{осм}^H$	0,4	0,7	0,9	0,2	
3.2	при сборке	$\Pi_{осс}^H$	0,1	0,4	0,7	-	0,2
4	Уровень механизации и автоматизации труда:						
4.1	при механообработке	$У_{мам}^H$	0,6	0,8	0,9	0,2	
4.2	при сборке	$У_{мас}^H$	0,4	0,6	0,8	-	0,3
5	Показатель поточности производства:						
5.1	механообработки	$\Pi_{ппм}^H$	0,2	0,6	1,0	0,05	-
5.2	сборки	$\Pi_{ппс}^H$	0,1	0,4	0,6		0,2
6	Коэффициент многостаночного обслуживания или показатель многостаночного обслуживания	$K_{мо}^H$	1,33	1,6	-	0,02	-
		$\Pi_{мо}^H$	1,33	1,6	-	0,02	-
7	Коэффициент загрузки оборудования	$K_{зо}^H$	0,8	0,85	0,8	0,03	-

Таблица 2

Примерный перечень прогрессивного металлообрабатывающего и сборочного оборудования

Металлообрабатывающее оборудование	
1.	Автоматы и полуавтоматы, автоматические линии
2.	Станки с ЧПУ, в т.ч. многооперационные
3.	Специальные, специализированные, агрегатные станки
4.	Роботизированные комплексы
5.	Роторные линии
6.	Станки для электрофизикохимической обработки
Сборочное оборудование	
1.	Кантователи
2.	Стенды механизированные, в т.ч. карусельные
3.	Сборочные автоматы и полуавтоматы
4.	Установки для индуктивно – тепловой сборки
5.	Установки для магнитоимпульсной сборки
6.	Запрессовщики, прессы и др.
7.	Нагревательные и охлаждающие установки
8.	Контрольно – обкаточные стенды

1 м² производственной и общей площади, на 1 рабочего (и работающего) и др. Все показатели приведены в табл. 1, а примерный перечень прогрессивного оборудования и инструментов – в табл. 2 и 3.

К прогрессивным установочным приспособлениям относятся приспособления, исклю-

чающие выверку и разметку деталей, с механизированным и автоматизированным креплением деталей, универсально-сборные и др.

Оценка уровня технологических процессов и производств

Уровень технологического

процесса определяется по формуле:

$$Y_{Ti} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_i^H}, \quad (11)$$

где $K_{,i}$ – коэффициент весомости, $\sum K_{,i} = 1$; P_i , – показатель, характеризующий одно из свойств технологического процесса; P_i^H – нормативное значение показателя, характеризующее одно из свойств технологического процесса; i – порядковый номер показателя; n – количество показателей.

Нормативные значения показателей установлены в соответствии с их значениями для передовых отечественных и лучших зарубежных предприятий тяжелого машиностроения в зависимости от серийного производства и приведены в табл. 1.

С учетом нормативных значений показателей и коэффициентов их весомости формула (II) приобретает вид для механообрабатывающего производства:

$$Y_{mm} = 0,1 \left(\frac{K_{им}}{K_{им}^H} \right) + 0,4 \left(\frac{P_{осм}}{P_{осм}^H} \right) + 0,2 \left(\frac{Y_{мам}}{Y_{мам}^H} \right) + 0,05 \left(\frac{P_{пмм}}{P_{пмм}^H} \right) + 0,02 \left(\frac{K_{мо}}{K_{мо}^H} \right) + 0,03 \left(\frac{K_{зо}}{K_{зо}^H} \right) \quad (12)$$

для сборочного производства:

$$Y_{мсб} = 0,3 \left(\frac{P_{обс}}{P_{обс}^H} \right) + 0,2 \left(\frac{P_{осс}}{P_{осс}^H} \right) + 0,3 \left(\frac{Y_{мас}}{Y_{мас}^H} \right) + 0,2 \left(\frac{P_{ннс}}{P_{ннс}^H} \right) \quad (13)$$

Кроме основных показателей уровня технологии сборки студент – проектант, по согласованию с преподавателем, может определить и учитывать дополнительные показатели, направленные коэффициенты качества сборки $K_{к.сб.}$

Таблица 3

Примерный перечень прогрессивных инструментов

№ п/п	Металлообрабатывающие инструменты
1	Токарные резцы с механическим креплением твердосплавных многогранных пластинок
2	Комбинированные многофункциональные резцы
3	Резцы с возможностью реверсивного точения
4	Фрезец
5	Ротационные резцы
6	Резец, обеспечивающий стружкодробление, в т.ч. с винтовой передней поверхностью
7	Резцы для силового и скоростного точения
8	Сверла твердосплавные
9	Сверла кольцевые
10	Сверла с внутренним подводам СОТС
11	Сверла со спецзаточкой
12	Развертки с кольцевой ступенчатой заточкой
13	Развертки с большим углом подъема спирали
14	Фрезы многоступенчатые
15	Метчики – протяжки
16	Протяжки
17	Раскатки, дорны, выглаживающие инструменты
18	Инструменты для вихревой нарезки резьбы
19	Накатные инструменты для резьбы
Сборочные инструменты	
1	Средства малой механизации для запрессовки, клепки, завальцовки, гайко – и шпильковерты и др.
2	Ключи – мультипликаторы и др.

$$K_{к.сб.} = \frac{t_{сб} + t_{уриф} + t_{реч}}{t_{об.сб.}}, \quad (14)$$

где $t_{сб}$, $t_{уриф}$, $t_{реч}$ – трудоемкость операций собственно сборки, штифтовки с разборкой и повторной сборкой, пригонкой и регулировкой; $t_{об.сб.}$ – общая трудоемкость сборки.

Достаточно важным показателем качества технологического процесса сборки является коэффициент точности сборки $K_{пот}$:

$$K_{пот} = \frac{t_{ном}}{t_{об.сб.}} \quad (15)$$

где $t_{ном}$ – трудоемкость сборочных работ, выполняемых на поточных линиях.

Уровень всего механосборочного производства определяется по формуле:

$$Y_m = Y_{Тм} K_m + Y_{Тсб} \cdot K_{сб}, \quad (16)$$

где $Y_{Тм}$ и $Y_{Тсб}$ – соответственно уровни технологий механической обработки и сборки, а K_m и $K_{сб}$ – коэффициенты весомости этих уровней ($K_m=0,7$; $K_{сб}=0,3$).

Показатели уровня разработок определяет студент и согласует с преподавателем. Проверку и заключение оформляет преподаватель или рецензент.

Заключение состоит из показателей уровня разработок в сравнении с нормативными или аналогичными, сведенных в таблицы, с выводами, где дается общая оценка разработки, отмечаются наиболее прогрессивные оригинальные решения, в т.ч. не

Пример оформления сводной таблицы значений фактических показателей уровня технологии механосборочного производства в сравнении с нормативными (рекомендуемыми)
Производство-мелкосерийное

№ п/п	Показатель	Фактическое и нормативное значение	Коэффициент весомости показателей
Механообрабатывающее производство			
1	$K_{им}$	0,6/0,7	0,1
2	$P_{обм}$	0,4/0,4	0,4
3	$P_{осм}$	0,3/0,4	0,2
4	$Y_{мам}$	0,5/0,6	0,2
5	$P_{пим}$	0/0,2	0,05
6	$K_{мо}$	1/1,33	0,02
7	$K_{з.о.}$	0,8/0,8	0,03
Сборочное производство			
1	$P_{обс}$	0,1/0,2	0,3
2	$P_{осс}$	0,05/0,1	0,2
3	$Y_{мас}$	0,2/0,4	0,3
4	$P_{ппс}$	0/0,1	0,2

оцениваемые количественно, отмечается объем и новизна проработанной литературы, в т.ч. патентных источников, новые смазывающие - охлаждающие технологические среды (СОТС) и методы их подвода в зону резания, концепции «сухой» обработки резанием и т.п. Необходима оценка уровня метрологического обеспечения.

Оценка тем исследовательского содержания определяется по отдельной методике с учетом активности, современности используемых методов и средств исследования, числа подготовленных публикаций, заявок на предполагаемые изобретения.

Наряду с количественной оценкой уровня собственных разработок студенту рекомен-

дуется попытаться определить влияние Y_m на уровень технологического обеспечения качества продукции $Y_{ток}$ [3].

$$Y_{ток} = Y_m \cdot \lambda \cdot T_p \cdot K_n,$$

где λ - показатель функционального качества изделия;

T_p - ресурс изделия до капитального ремонта;

K_n - уровень качества конструкции изделия.

Предложенная методика объективной оценки уровня студенческих разработок способствует формированию технической обеспеченности современного инженера и может быть использована машиностроительными кафедрами нашего и других вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган Б.И., Тренихина Н.М. Порядок формирования тематики курсового и дипломного проектирования. Методические указания. – Кемерово: КузГТУ, 2002. – 11 с.
2. Коган Б.И. Оценки уровня разработки курсовых и дипломных проектов. Методические указания. – Кемерово: КузГТУ, 2002. – 12 с.
3. Коган Б.И. Прогрессивная технология горного машиностроения, часть 1. Учебное пособие. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 300 с.
4. Солод Г.И. Основы квалиметрии. Учебное пособие. – М.: МГИ, 1991. – 84 с.

□ Автор статьи:

Коган
Борис Исаевич
- докт. техн. наук, проф.,
зав. каф. технологии машиностроения