

Повышение качества подготовки инженеров автомобильного транспорта путем совершенствования организации дипломного проектирования

В. П. Иванов,

доктор технических наук, профессор
Полоцкого государственного университета

Техническая эксплуатация автомобилей – стадии жизненного цикла, включающие техническое обслуживание, хранение и ремонт автомобилей. Техническое обслуживание и хранение призваны продлить время пребывания автомобилей в исправном состоянии, а ремонт необходим для устранения неисправностей и восстановления ресурса. Эти стадии жизненного цикла требуют существенного совершенствования. На долю устранения отказов приходится до 60 % общих затрат на поддержание автомобилей в исправном состоянии, наработка на сложный отказ (II и III группы) в среднем на 30 % ниже нормативных значений, а послеремонтная наработка агрегатов достигает 40–60 % от наработки новых изделий. В то же время опыт ремонта самолетов, судов и тепловозов, ремонта автомобилей и двигателей силами заводов-изготовителей, а также ремонта автомобильных агрегатов западными фирмами свидетельствует о возможности достижения послеремонтной наработки изделий не меньше, чем у новых объектов, при затратах, не превышающих 60 % затрат на их производство.

Нынешние студенты завтра станут руководителями и специалистами на предприятиях автомобильного транспорта, от них будут зависеть технический прогресс и результаты работы этих предприятий. Современные требования о повышении технического уровня производства, а следовательно, и конкурентоспособности отечественной продукции и услуг требуют иных подходов к качеству подготовки студентов по автоэксплуатационным специальностям, в том числе на стадии дипломного проектирования.

Нормативные и литературные источники определяют дипломное проектирование в основном как систематизацию, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности и применению их для решения конкретных профессиональных задач [1–4; 6–9; 11]. Однако эти задачи необходимо решать намного раньше – при изучении специальных дисциплин и прохождении предыдущих производственных практик.

Традиционные требования к дипломному проекту следующие [13]:

- выпускная квалификационная работа студента должна выполняться самостоятельно;
- наличие разработок технологических процессов, средств технологического оснащения и планировок производственных участков;
- соответствие образовательному стандарту по тематике, содержанию и объему.

Считаем, что эти требования необходимо дополнить новым требованием – технический уровень разработанных технологических процессов и объектов должен быть выше, чем технический уровень процессов и объектов на предприятиях отрасли, поэтому его необходимо количественно оценить. Результаты дипломного проекта должны быть востребованы предприятиями, что повысит престиж высшей школы.

Таким образом, необходимо повышать качество дипломного проектирования выпускников вузов по автоэксплуатационным специальностям.

Связь преддипломной практики с дипломным проектированием

За преддипломной практикой традиционно закрепляют задачи, практически не отличающиеся от задач предыдущих производственных практик [10]: сбор необходимой исходной информации по предприятию, являющемуся объектом реконструкции или модернизации, действующим технологическим процессам; подбор материалов конструкторского, технологического или исследовательского характера, необходимых для выполнения дипломного проекта.

Студент должен проходить преддипломную практику по месту будущей работы. Это обязывает его ответственно относиться к выполнению проекта, потому что коллектив предприятия будет присматриваться к будущему коллеге, а сам он, в свою очередь, будет стремиться показать достойный по содержанию и ка-

честву проект, элементы которого будут использованы на предприятии.

Направляясь на практику, студент должен иметь предварительно сформулированную тему дипломного проекта. Задание на дипломный проект должно быть согласовано с тематикой дипломного проектирования. Неконкретная «безразмерная» тематика, разработанная выпускающей кафедрой в кабинетных условиях, не будет способствовать повышению технического уровня предприятия. К тому же без предварительного изучения проблем действующего производства невозможно составить детальное задание на дипломное проектирование, целью которого является совершенствование этого производства.

Задача преддипломной практики заключается в выявлении «слабого звена» предприятия – производственного подразделения (участка, зоны, отделения), которое требует первоочередного совершенствования для повышения производственной мощности или качества услуг или снижения расхода производственных ресурсов. Обоснование предмета проектирования приведет к уточнению темы дипломного проекта.

В завершении практики студент должен на основании анализа полученных сведений разработать мероприятия, повышающие технический уровень предприятия. Предварительно сформулированное ранее задание на дипломный проект будет уточнено руководителем проекта со студентом-разработчиком этого проекта с учетом накопленного материала из расчета, чтобы в него были включены проблемные насущные задачи предприятия, решение которых принесет ему несомненную пользу. Высоким техническим уровнем обладают те проекты, в которых использованы последние достижения науки и производства, изобретения и собственные исследования. Технические решения, используемые в дипломном проекте, должны обеспечить его высокий технический уровень в течение ближайших 5–10 лет.

Основные части дипломного проекта:

- усовершенствованный технологический процесс, протекающий на создаваемом (реконструируемом или требующем технического перевооружения) производственном участке;
- новое средство технологического оснащения (стенд, приспособления или средство измерения), применяемое на одной из операций технологического процесса;
- планировка производственного участка с размещением ее на компоновке производственного корпуса, а корпуса – на генеральном плане предприятия.

Ряд методических указаний нацеливают студента на разработку проекта целого предприятия [5; 12]. Однако сейчас преобладают реконструкция и техническое перевооружение частей предприятий (зон, отделений), а не строительство новых предприятий. Поэтому время требует создания или совершенствования производственных участков с направленностью работы в глубину, а не вширь.

Системность дипломному проекту придает решение комплекса технологических, конструкторских, организационных и экономических задач, направленных на повышение производительности труда и качества услуг со снижением их себестоимости и неперенным обеспечением требований безопасного труда (техники безопасности, промышленной санитарии, взрывопожарной и пожарной безопасности) и охраны окружающей среды. Технологическая часть проекта является ведущей, поэтому указанная системность обеспечивается тем, что каждое технологическое решение должно быть экономически обосновано и подкреплено современной организацией.

Важное место в проектной деятельности занимают принятые ограничения и параметры оптимизации. Ограничения, указанные в задании на проектирование и исходных данных, должны быть выполнены неукоснительно (таблица 1). К ним относятся требования трудового кодекса в части режима работы предприятия, необходимость обеспечения установленных объемов производ-

Таблица 1

Ограничения и параметры оптимизации в проектной деятельности

Проектируемые процессы и объекты	Учитываемые показатели	
	Ограничения	Параметры оптимизации
Технологический процесс	Содержание и последовательность операций. Наличный состав оборудования	Материальные, энергетические и трудовые затраты
Средство технологического оснащения	Предписанная функция. Показатели изделий в результате обработки. Производительность. Безопасность	Материальные, энергетические и трудовые затраты
Производственный участок	Производственная программа и годовой объем работ. Режим работы предприятия. Наличное технологическое и подъемно-транспортное оборудование. Нормы технологического проектирования. Взрывопожарная и пожарная безопасность. Охрана труда. Охрана окружающей среды. Санитарные требования	Объем строительно-монтажных работ. Производственная площадь. Трудоемкость прокладки инженерных сетей. Потери энергии и напора в инженерных сетях. Транспортная работа по перемещению изделий по территории участка

ства при нормативном качестве продукции и услуг, обеспечения охраны труда и окружающей среды. При всех видах проектирования добиваются оптимальных результатов, определяемых параметрами оптимизации, т. е. из всех возможных вариантов процесса или объекта выбирают самый лучший с позиций принятых параметров оптимизации и с учетом ограничений.

Технические решения и их оптимизация

Техническое решение – результат построения оптимальной структуры объекта или процесса. Требования к техническому решению следующие:

- наличие принципиально новых элементов;
- пригодность метода оптимизации, как для разработки средств, так и для разработки процессов;
- возможность применения в смежных процессах или устройствах (модульность);
- возможность прогнозирования последующей работы обслуживаемых или ремонтируемых изделий;
- обеспечение ограничения по производительности;
- эффективность.

Методы синтеза в дипломном проектировании должны превалировать над методами заимствования. Последние основаны на использовании процессов и средств, имеющихся в архивах предприятий. Хотя полученные решения состоит из проверенных частей, однако в них нет новых решений. Методы синтеза основаны на разработке процессов и средств с использованием новых элементов и их связей с применением логических правил и аналитических зависимостей. Синтез предполагает как использование аналогов, так и их отсутствие. При использовании аналогов в процесс или объект включают новые элементы или существенно изменяют их состав. Только с помощью синтеза получают принципиально новые технические решения.

Методические материалы требуют рассмотрения двух-трех вариантов технических решений. Однако есть ли уверенность в том, что среди этих вариантов имеется лучшее решение? При современном развитии вычислительной техники возможно нетрудоемкое рассмотрение сотен и тысяч вариантов решений из извест-

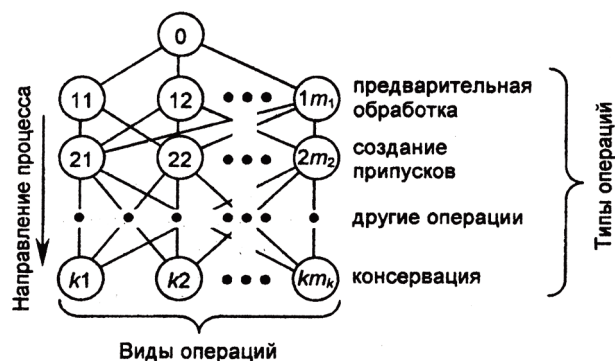


Рис. 1. Граф вариантов технологического процесса восстановления детали: 1, 2, ..., k – типы операций; m₁, m₂, ..., m_k – количество видов операций каждого типа

ных и гипотетически возможных частей с использованием, например, «морфологического» анализа [14].

Различные варианты технологического процесса описываются графом, изображенным на рис. 1, а средства технологического оснащения – графом на рис. 2. Множество вершин графов соответствует множеству операций или элементарных механизмов, а множество дуг – затратам на подготовку и выполнение операции или на создание и эксплуатацию механизма. В графы включают операции или механизмы, обеспечивающие заданные производительность и качество функционирования. Граф состоит из k горизонтальных рядов вершин, каждый из которых представляет множество однотипных операций или механизмов. Каждая составляющая технического решения необходима, а все вместе они достаточны для построения технологического процесса или создания технического объекта.

Подмножество вершин, взятых по одной из каждого ряда графа, определяет один вариант решения. Возможное количество вариантов решений равно произведению m₁ · m₂ · ... · m_k. Основная характеристика средства технологического оснащения – выполняемые ими функции. В то же время этими функциями описывается и технологический процесс, что обуславливает общность подходов, с помощью которых описывают варианты их структур и находят лучшее решение.

Оптимизация решения выражается в поиске кратчайшего пути из вершины O в одну из вершин нижнего яруса графов, соответственно, подмножество вершин на этом пути определяют содержание лучшего технического решения. Поскольку факторы и параметры оптимизации заданы в целочисленном виде, оптимальную структуру решения целесообразно находить с помощью динамического программирования. Кратчайший путь Z_{i+1} между указанными вершинами определяют с помощью принципа оптимальности Р. Беллмана [15], используя свойство аддитивности целевой функции по составным частям процесса. Решают рекуррентное уравнение в каждой вершине графа:

$$Z_{i+1} = \min (\text{по всем вершинам графа}) [Z_{(i+1)-1} + Z_i], \quad (1)$$

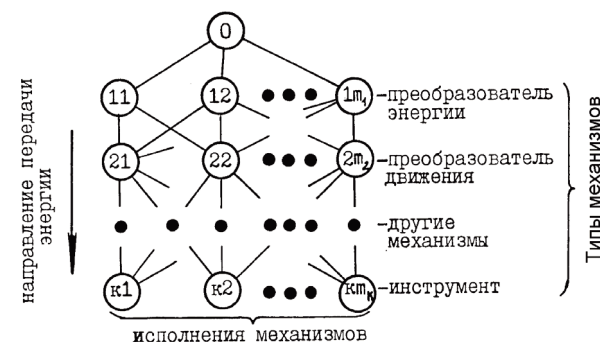


Рис. 2. Граф вариантов средства технологического оснащения: 1, 2, ..., k – типы механизмов; m₁, m₂, ..., m_k – количество видов механизмов 1-го, 2-го, k-го типа

где i – шаги решения; Z_i – затраты на выполнение i -шага при условии, что соответствующий участок графа выбран оптимальным образом; Z_{i+1} – затраты, отнесенные к $i+1$ шагам; $Z_{(i+1)-1}$ – затраты, отнесенные к присоединению $(i+1)$ -го шага процедуры к i его шагам.

Затраты на одну технологическую операцию или создание технологического объекта Z включают стоимость материалов и энергии в объеме их норм расхода, заработную плату с начислениями, затраты на функционирование и поддержание в исправном состоянии (техническое обслуживание) и восстановление ресурса (ремонт) оборудования и приспособлений, капиталовложения в оборудование, оснастку (приспособления и долговечный инструмент, типа борштанг), текущие затраты на амортизацию основных фондов:

$$Z = \sum_1^k M_k C_k + \sum_1^n \mathcal{E}_n C_n + \frac{t_{ш-к}}{60} \left[C_{ч.р} (1 + Z_{доп}) + C_{м-ч.о} + \frac{K_o(1+a)}{n_{с.с} \Phi_{д.о}} \right], \text{руб.}, \quad (2)$$

где M_k и C_k – норма расхода (кг, м³ и др.) и цена материала (руб./кг, руб./м³ и др.) k -го вида соответственно; \mathcal{E}_n и C_n – норма расхода (Дж) и стоимость энергии (руб./Дж) n -го вида, соответственно; $t_{ш-к}$ – трудовой норматив времени (норма штучно-калькуляционного времени), мин; $C_{ч.р}$ – часовая ставка рабочего, руб./ч; $Z_{доп}$ – норматив отчислений на дополнительную заработную плату; $C_{м-ч.о}$ – стоимость машино-часа работы оборудования, руб./м-ч; K_o – капиталовложения в оборудование, руб.; a – норма амортизации оборудования; $n_{с.с}$ – срок службы оборудования, лет; $\Phi_{д.о}$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

Таким образом, рассматриваемый метод выбора технического решения (технологического процесса или средства технологического оснащения для одной из операций) основан на учете многообразия их составных частей, удовлетворяет установленным ограничениям по качеству и производительности и обеспечивает наименьшие затраты на свою реализацию. Если производственные возможности предприятия не позволяют внедрить предложенное решение, то путем исключения его неосуществимых признаков можно найти другое решение, наиболее близкое к оптималь-

ному. Предложенные методы поиска технических решений отличаются наглядностью, эффективностью, комплексностью и универсальностью.

Карта технического уровня и качества создаваемого или совершенствуемого производственного участка (в соответствии с ГОСТ 2.116-71) позволяет принять решение о целесообразности его использования. Карта в общем виде включает следующие сведения: общие данные; определение уровня качества участка; планирование изменения показателей качества изделия; источники информации; выводы и предложения.

Общие данные включают назначение и краткую характеристику области применения создаваемого или совершенствуемого участка.

Уровень качества определяют с использованием показателей качества участка (оцениваемого, перспективного и аналога). Номенклатура показателей качества в общем случае включает показатели назначения, надежности обслуживаемых или ремонтируемых изделий, безопасности, технологичности, эргономические, эстетические, экологические показатели, показатели стандартизации и унификации, патентно-правовые, экономические показатели.

Наиболее критичными показателями качества обслуживания или ремонта автомобилей или их частей на производственном участке являются показатели назначения и надежности и экономические показатели.

Показатели назначения характеризуют способность производственного участка выполнять функции, ради которых он создается или совершенствуется. В качестве показателей назначения принимают самые важные и необходимые свойства (например, точность и производительность технологических воздействий). Оценка показателей назначения входит в программу предварительных и приемочных испытаний обслуживаемых или ремонтируемых изделий при вводе производственного участка в эксплуатацию.

Надежность – основное эксплуатационное свойство изделия, определяющее его способность сохранять работоспособное состояние в течение установленной наработки при условии использования его по назначению в заданных режимах и выполнения необходимого объема работ по техническому обслуживанию и ремонту и надлежащего хранения. Показатели надежности дополняют показатели назначения в части обеспечения их стабильности в течение последу-

Таблица 2

Показатели уровня качества производственного участка

Показатель качества участка		Базовый показатель качества			Относительный показатель качества	
Наименование	Величина	По стандарту	Перспективного участка	Аналога	К перспективному участку	К аналогу
1	2	3	4	5	6	7

ющей установленной наработки. Оценка показателей надежности входит в программу испытаний изделия на надежность.

Экономические показатели в виде сопоставление эффекта от использования производственного участка и затрат на его создание и эксплуатацию применяют на завершающей стадии оценки его качества.

Уровень качества проекта – отношение показателей качества рассматриваемого производственного участка к соответствующим показателям качества перспективного участка и участка-аналога (таблица 2).

Отдельные показатели выражаются абсолютными и относительными величинами. Последние определяются сопоставлением значения абсолютного показателя объекта со значением соответствующего показателя перспективного объекта или аналога и своей весомостью среди остальных свойств. В качестве показателей аналогов принимают характеристики гипотетических или лучших производственных участков отрасли.

Качество проекта оценивают единичными, комплексными и интегральными показателями. Единичные показатели относятся к одному из свойств объекта, комплексные – к нескольким свойствам, а интегральный концентрирует в себе все свойства.

Комплексные показатели вычисляют сложением Q или умножением V единичных показателей с учетом весомости последних:

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i q_i, \quad V = \prod_{i=1}^n q_i^{m_i}, \quad \sum_{i=1}^n m_i = 1, \quad (3-5)$$

где m_i – коэффициент весомости; q_i – единичный показатель качества; $i = 1, \dots, n$ – показатели качества.

Интегральный показатель P_u выражает отношение полезного эффекта \mathcal{E} от использования производственного участка к суммарным затратам Z на его функционирование:

$$P_u = \mathcal{E} / Z. \quad (6)$$

Сведения о перспективных производственных участках и об их аналогах выбирают из источников информации (стандартов, журналов, патентных описаний, каталогов, обзоров, научно-технических отчетов).

В заключении приводят данные, характеризующие общую оценку уровня качества производственного участка, а также предложения о целесообразности создания, реконструкции или технического перевооружения этого участка.

Таким образом, повышение качества инженерной подготовки дипломного проектирования связано в том числе с организацией дипломного проектирования. Перед преддипломной практикой необходимо поставить задачу выявления производственного подразделения предприятия, которое требует первоочередного совершенствования с разработкой соответствующего плана мероприятий.

Список литературы

1. *Воронцов, Е. В.* Дипломное проектирование: учеб.-метод. пособие / Е. В. Воронцов, Т. С. Седякина. – Минск: МГВРК, 2013. – 64 с.
2. Дипломное проектирование: метод. инструкция МИ ПГУ 38-2007. – Минск; Новополоцк, 2007. – 39 с.
3. Дипломное и курсовое проектирование: метод. указания по оформлению курсовых и дипломных проектов для студентов по специальности Т.04.02.00 «Эксплуатация транспортных средств». – Могилев: МГТУ, 2000. – 52 с.
4. Инструкция по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях: утв. приказом М-ва образования Респ. Беларусь № 356 от 27.06.1997 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1999. – № 8/2344.
5. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин: учеб. пособие / А. П. Смелов [и др.]; под ред. А. П. Смелова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 194 с.
6. *Лежава, А. Г.* Дипломное проектирование: метод. рек. для студентов специальности 1-37 01 06 – Техническая эксплуатация автомобилей / А. Г. Лежава, А. В. Колеченок, Е. В. Кузнецова. – Гродно: ГрГУ, 2011. – 42 с.
7. *Напольский, Г. М.* Учебное пособие по дипломному проектированию для студентов специализации «Автосервис и фирменное обслуживание» / Г. М. Напольский, А. А. Солнцев. – М.: МАДИ, 2007. – 36 с.
8. *Напольский, Г. М.* Методические указания к дипломному проектированию для студентов специализации «Автомобильная техника в транспортных технологиях» / Г. М. Напольский. – М.: МАДИ, 2012. – 32 с.
9. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования: постановление М-ва образования Респ. Беларусь № 53 от 29.05.2012. – Минск, 2012. – 46 с.
10. Программа производственной (преддипломной) практики / В. И. Маргунова [и др.]. – Гомель: БТЭУРК, 2013. – 56 с.
11. *Прокопчик-Гайко, И. Л.* Методика подготовки дипломных работ: метод. указания / И. Л. Прокопчик-Гайко, И. Б. Стрелкова-Зыль, Е. И. Бараева. – Минск: БНТУ. – 2012. – 70 с.
12. *Савич, А. С.* Проектирование авторемонтных предприятий. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / А. С. Савич, А. В. Казацкий, В. К. Ярошевич; под ред. В. К. Ярошевича. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 256 с.
13. Техническая эксплуатация автомобилей. Образовательный стандарт. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 35 с.
14. *Zwicky, F.* Entdecken, Erfinden, Torschen im morphologischen Wettbild. – Munchen; Zurich; Knauer, 1966.
15. *Беллман, Р.* Динамическое программирование / Р. Беллман; пер. с англ. – М.: Иностран. лит-ра, 1960. – 400 с.