

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

М. М. Кане
В. К. Шелег

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ**

Пособие
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2021

УДК 621:001.895(075.8)

ББК 34.4я73

К19

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Технология металлов» БГАТУ,
зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор *В. М. Капцевич*;
профессор кафедры «Технология металлов» БГАТУ,
д-р техн. наук, профессор *Л. М. Акулович*;
начальник отделения технологии машиностроения
и металлургии ОИМ НАН РБ, д-р техн. наук, профессор *В. И. Жорник*

Кане, М. М.

К19 Проектирование участка механосборочного цеха на основе технологического процесса изготовления изделия : пособие для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / М. М. Кане, В. К. Шелег. – Минск : БНТУ, 2021. – 39 с.
ISBN 978-985-583-635-4.

В пособии показаны структура, краткое содержание основных разделов, особенности оформления дипломного проекта для специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» в соответствии с Типовым учебным планом по данной специальности. Соблюдение приведенных в пособии требований создает предпосылки для обеспечения высокого научно-технического и методического уровня дипломного проекта.

Целью пособия является помощь обучающимся по указанной специальности в выполнении дипломного проекта, качество которого свидетельствует об уровне подготовки специалиста к практической деятельности.

УДК 621:001.895(075.8)

ББК 34.4я73

ISBN 978-985-583-635-4

© Кане М. М., Шелег В. К., 2021

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	4
2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	4
3. ПОДГОТОВКА К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ	6
4. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	6
5. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ	
ЗАПИСКИ	8
6. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ	
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	23
ПРИЛОЖЕНИЯ	27
Приложение 1	28
Приложение 2	29
Приложение 3	30
Приложение 4	31
Приложение 5	32
Приложение 6	33
Приложение 7	34
Приложение 8	35
Приложение 9	36
Приложение 10	37
Приложение 11	38
Приложение 12	39

1. ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для учреждений высшего образования Республики Беларусь при обучении по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» критерием итоговой аттестации выпускника является качество выполненного им дипломного проекта. По результатам публичной защиты проекта перед Государственной экзаменационной комиссией принимается решение о присвоении выпускнику квалификации «инженер». Для того чтобы с помощью дипломного проекта можно было судить об уровне подготовки будущего специалиста, дипломный проект должен иметь комплексный характер. Он должен содержать ряд задач, для решения которых необходимы знания и навыки по основным дисциплинам, которые выпускник изучал в вузе.

Для специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» такими задачами, характерными для современного машиностроительного производства, являются:

1. Анализ действующего (базового) и проектирование нового технологического процесса изготовления детали или сборки узла;
2. Выполнение технологических расчетов (размерных цепей, припусков, режимов резания, норм времени и др.);
3. Расчет и проектирование приспособления для механической обработки или сборки изделия;
4. Экономическое обоснование принятых технических решений;
5. Решение одной из технических задач с помощью средств вычислительной техники;
6. Проектирование участка для механической обработки или сборки и плана расположения оборудования;
7. Обеспечение условий безопасного труда на спроектированном участке;
8. Выполнение исследовательской части проекта при включении ее в структуру проекта по решению руководителя проекта.

2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

С учетом задач дипломного проектирования тема проекта должна представлять собой достаточно сложную инженерную проблему, позволяющую проектанту проявить свои способности решения различных инженерных задач. Наиболее часто в качестве темы дипломного проекта по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» принимается задача проектирования участка механического цеха по обработке или обработке и сборке деталей узла определенного изделия машиностроения (автомобиля, трактора, металлорежущего станка и др.). Эта комплексная инженерная задача требует от дипломника знаний в областях технологии машиностроения, проектирования технологического оборудования и оснастки, экономики и организации машиностроительного производства, механизации и автоматизации машиностроения, вычислительной

техники, проектирования механосборочных участков и цехов, охраны труда и др. Качественное решение инженерных задач в указанных областях требует от дипломника достаточного уровня знаний также ряда фундаментальных и социально-гуманитарных наук, связанных с организацией машиностроительного производства (математики, физики, химии, социологии, психологии и др.).

В качестве темы дипломного проекта по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» может быть выбрана также задача проектирования участка по сборке ответственного узла изделия машиностроения. Примерами таких узлов (сборочных единиц) могут быть коробка передач, механизм рулевого управления, редуктор заднего моста, колесная передача автомобиля или трактора, магазин инструментов станка с ЧПУ и др.

В качестве объектов проектирования следует принимать перспективные изделия машиностроения, производимые в настоящее время или подготавливаемые к производству на предприятиях Республики Беларусь.

В дипломный проект может быть включен по рекомендации руководителя проекта также научно-исследовательский раздел, связанный с основной темой проекта. Этот раздел может содержать как результаты научных исследований, выполненных дипломником, так и работу реферативного характера. В последней может быть выполнен анализ перспективных методов решения одной из задач, поставленных в дипломном проекте (обработки одной из поверхностей детали или детали в целом, повышения качества продукции, эффективности производства, проектирования оснастки и др.).

Объекты дипломного проектирования (детали и сборочные единицы) должны быть достаточно сложными, чтобы в процессе проектирования перед студентом стояли разнообразные технологические задачи. Как правило, технологические процессы изготовления деталей – объектов проектирования – должны содержать не менее десяти операций или переходов механической обработки. В деталях должны быть точные поверхности, требующие многократной обработки.

Непременным требованием к дипломному проекту является повышение технического уровня производства по сравнению с базовым, использование более совершенного оборудования и оснастки, современных методов обработки и сборки, организации производства, улучшение технико-экономических показателей проекта.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта, которая утверждается заведующим кафедрой «Технология машиностроения» согласно заявлению студента. Студент может сам предложить тему дипломного проекта, оформив ее в виде заявления на имя заведующего кафедрой. Эта тема может учитывать его опыт курсового проектирования, но не копировать его, или содержать предложения машиностроительного предприятия по решению актуальной для данного предприятия технологической проблемы. Решение о возможности выполнения дипломного проекта по этой теме принимает заведующий кафедрой по согласованию с руководителем проекта.

В соответствии с темой руководитель проекта выдает студенту задание по сбору необходимых материалов во время прохождения преддипломной практи-

ки. Студент получает задание на дипломное проектирование, подписанное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, в течение 7 дней после начала дипломного проектирования.

Тема, содержание и объем дипломного проекта для иностранных студентов могут быть изменены с учетом специфики производства в их родной стране и особенностей их обучения перед дипломным проектированием.

3. ПОДГОТОВКА К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Подготовка к дипломному проектированию может начинаться с выполнения студенческой научной работы или выполнения курсового проекта по технологии машиностроения и заканчиваться прохождением преддипломной практики. Преддипломная практика проводится в технологическом бюро механического цеха или в управлении главного технолога машиностроительного предприятия (фирмы). Перед началом преддипломной практики студент получает тему дипломного проекта, утвержденную приказом по вузу.

Во время преддипломной практики студент уделяет внимание ряду вопросов, которые в процессе дипломного проектирования изучаются более глубоко. Перечень этих вопросов приведен в [1, 3].

4. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть содержит от шести до восьми чертежей формата А1 (594×841 мм) по ГОСТ 2.301-68, полученных методами машинной графики или начерченных карандашом. Отдельные чертежи могут быть выполнены в формате А2 (594×420 мм). Выбор формата чертежа определяется размерами объекта проектирования. Объект проектирования должен занимать большую часть чертежа. На чертеже размещается вся информация о конструкции детали или другого объекта проектирования и технические требования, которые необходимо выполнить при их изготовлении.

При оформлении чертежей необходимо соблюдать требования стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Содержание и особенности оформления графической части дипломного проекта по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» рассмотрены в работах [1–4, 23]. Структура графической части дипломного проекта для данной специальности (нормативный срок обучения 4 года) приведена в табл. 4.1.

При использовании в технологическом процессе станков с ЧПУ вместо одного листа операционных эскизов может быть выполнен лист инструментальной наладки станка с ЧПУ [5–7].

Содержание графической части дипломного проекта

№ п/п	Наименование чертежа	Количество листов, формат А1
1	Чертеж детали и ее 3D-модели	0,5–1,0
2	Чертеж заготовки	0,5–1,0
3	Технологические операционные эскизы (8 эскизов)	2,0
4	Станочное, контрольное или сборочное приспособление (общий вид)	1,0–2,0
5	План расположения оборудования участка цеха на 20–30 станков	1,0
6	Таблица технико-экономических показателей проекта	1,0

Итого 6–8 листов

В графическую часть проекта могут быть включены 1–3 листа формата А1, содержащие информацию о научно-исследовательской части дипломного проекта или о разделе «Автоматизация проектирования и расчетов». В первом случае на этих листах может быть приведена информация о методах и средствах проведения научных исследований, выполненных во время дипломного проектирования, и об их результатах. На этих листах может быть представлена также информация о достижениях в различных областях машиностроительного производства или о результатах выполненных научных исследований в этой области, связанных с темой дипломного проекта. Во втором случае эти листы могут содержать информацию о программах для ЭВМ для решения различных технологических задач (расчета припусков, режимов резания, маршрута обработки поверхности или детали в целом, режущего инструмента, приспособления для установки детали на станке, технико-экономических показателей проекта и др.), о программах для станков с ЧПУ, об элементах систем ЧПУ (в том числе о средствах контроля и диагностики станков с ЧПУ) и др. Вопросы оформления этих листов как плакатов рассмотрены ниже, в п. 6 данного пособия.

Графическая часть по решению кафедры «Технология машиностроения» может быть представлена на защите дипломного проекта перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в виде электронной презентации с распечаткой бумажного иллюстративного материала для членов ГЭК. Применение электронной презентации не исключает необходимость разработки графической части дипломного проекта на листах чертежной бумаги формата А1.

5. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1. **Введение.** Излагаются данные о значении, состоянии и перспективах развития той отрасли машиностроения, которой соответствует тема дипломного проекта. Рассматриваются цель дипломного проектирования; принципы проектирования, научного исследования (если оно входит в дипломный проект), выбора технических решений; содержание и задачи основных разделов расчетно-пояснительной записки. Объем введения не должен превышать двух страниц.

2. **Описание объекта производства.** Описываются назначение, технические характеристики, особенности конструкции изделия (машины, станка и др.), в котором используется деталь (и), являющаяся (и) объектом дипломного проектирования. Указываются пределы изменения условий эксплуатации детали – объекта проектирования: усилие (крутящий момент, напряжение), действующее на деталь, скорость перемещения при эксплуатации и др. Отмечается роль изделия в народном хозяйстве. Желательно привести иллюстрации общего вида изделия, а также сборочной единицы, в которую входит деталь – объект проектирования.

3. **Назначение сборочной единицы обрабатываемой детали и сборка ее в узле.** Указываются назначение, конструктивные особенности сборочной единицы, в которую входит обрабатываемая деталь, и самой детали. Описываются условия эксплуатации обрабатываемой детали: виды воспринимаемых и передаваемых нагрузок, состояние среды, в которой происходит эксплуатация детали, ее нагрев и др. После анализа условий эксплуатации обрабатываемой детали и действующих на нее в процессе эксплуатации нагрузок делается вывод о рекомендуемом материале для ее изготовления и методе его термообработки. Данные о марке материала, его химическом составе и механических свойствах до и после термообработки сводятся в таблицы. Эта информация принимается по ГОСТ на данный материал.

По указанию руководителя дипломного проекта может быть выполнен анализ 1–2-размерных цепей, связанных с процессом сборки обрабатываемой детали в сборочной единице [2, 4, 8]. В результате этого анализа могут быть сделаны выводы о рекомендуемом методе сборки детали в сборочной единице, о правильности простановки размеров детали, о технологичности конструкции детали и сборочной единицы.

Вкратце описывается маршрут сборки обрабатываемой детали в сборочной единице. Данный маршрут принимается на основе технологического процесса сборки, принятого на предприятии, где производится обработка и сборка детали – объекта дипломного проектирования. Эта информация может быть проиллюстрирована технологической схемой сборки [9].

4. **Анализ технологичности конструкции детали.** Выполняется качественный и количественный анализ технологичности конструкции детали – объекта дипломного проектирования – и приводятся его результаты в соответствии с ГОСТ 14.201-83 и работами [1–4]. Делаются выводы по каждому виду

анализа и общий вывод, рекомендации по улучшению технологичности конструкции детали. Если темой дипломного проекта является проектирование участка для сборки, то выполняется анализ технологичности конструкции сборочной единицы – объекта дипломного проектирования [10, 11].

5. Выбор типа и организационной формы производства. Тип производства согласно ГОСТ 14.004-83 и ГОСТ 3.1121-84 определяется с помощью коэффициента закрепления операций, организационная форма – на основе сравнения заданного объема выпуска и расчетной производительности [2, 4]. В этих расчетах используются данные о нормах времени на операциях обработки и структуре базового технологического процесса, полученные во время преддипломной практики. Если принимается средне-, мелкосерийный или индивидуальный типы производства и групповая форма его организации, то выполняется расчет объема партии деталей, периодически запускаемой в производство [2, 4].

6. Выбор способа получения заготовки. Производится анализ метода получения заготовки обрабатываемой детали, принятый в базовом варианте технологического процесса, и 1–2 альтернативных методов, соответствующих современному уровню заготовительного производства. На основании анализа технологических возможностей сравниваемых методов принимается один из них и производится выбор оптимального варианта на основе технико-экономических расчетов [2, 4].

7. Анализ базового варианта технологического процесса. В этом разделе приводится информация о базовом варианте технологического процесса обработки детали – объекта дипломного проектирования. Эта информация содержит данные об используемых в базовом техпроцессе оборудовании, режущем, вспомогательном и контрольно-измерительном инструменте, установочных приспособлениях, используемых средствах механизации и автоматизации, используемых на различных операциях схемах базирования и возникающих погрешностях базирования, видах и причинах брака. Информация об используемом оборудовании, применяемых схемах базирования, видах и причинах брака может быть представлена в виде табл. 2.2, 2.3, 2.5, 2.6 [2]. Информация о режущем, измерительном, вспомогательном инструментах и установочных приспособлениях может быть представлена в виде таблиц, где для каждой операции приводятся названия и обозначения соответствующего вида технологической оснастки. Для режущего инструмента дополнительно указывается материал режущей части, а для приспособления – вид привода усилия зажима (ручной, механизированный, пневмо- или гидропривод). Необходимо проанализировать каждую из приведенных таблиц, отметить технический уровень используемых оборудования и оснастки, их актуальность, правильность выбора последовательности обработки, схем базирования, уровня брака, механизации и автоматизации технологического процесса [2, п. 3.11]. Информация, приведенная в данном разделе, служит основой для проектирования нового технологического процесса, выбора оснастки, транспортных средств и средств механизации и автоматизации нового технологического процесса.

8. Проектирование технологического процесса механической обработки.

8.1. *Выбор технологических баз* – обоснование этого выбора для всех этапов предлагаемого технологического процесса механической обработки детали, исходя из требований чертежа к точности обработки детали и рекомендаций по выбору технологических баз [1–4, 12].

8.2. *Предварительная разработка и выбор варианта технологического маршрута*. Предлагаются изменения в базовый маршрут изготовления детали и, не менее чем для 2-х изменений, производится экономическое сопоставление по минимуму технологической себестоимости базовых и альтернативных вариантов маршрутов обработки детали. Расчет технологической себестоимости операций механической обработки следует выполнить с учетом основных затрат: основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, отчислений в бюджетные и внебюджетные фонды от средств на оплату труда, расходов на инструмент и приспособления, расходов по содержанию и эксплуатации машин и оборудования [2].

8.3. *Составление технологического маршрута обработки*. При разработке данного раздела необходимо учитывать требования к качеству обрабатываемой детали по ее чертежу, принятые тип и организационную форму производства, базовый вариант технологического процесса, внесенные в него изменения в подпункте 8.2 и результаты экономического сравнения этих вариантов [1–4, 12]. Для точных поверхностей желательно выполнить выбор маршрута обработки с помощью коэффициентов изменения точности обработки на различных операциях [2, п. 3.7]. Наряду с общим планом операций необходимо произвести выбор типа и модели оборудования. Необходимо привести новый маршрут обработки детали в виде таблицы, в которой для каждой операции даны ее номер, название операции и модель станка. В этот маршрут необходимо включить также операции термообработки, если она необходима, слесарные, мочные и контрольные.

8.4. *Расчет припусков*. Выполняется расчет припусков расчетно-аналитическим методом для одной–двух поверхностей обрабатываемой детали [2, 4]. Для расчета следует принять наиболее точные и ответственные поверхности. Одна из них должна быть поверхностью вращения или плоскостью, которая обрабатывается параллельно с противоположной плоскостью, другая – плоскостью, которая обрабатывается независимо от других поверхностей. Для остальных поверхностей общие припуски определяются опытно-статистическим методом [13] (в том числе с помощью стандарта на заготовку данной детали) и сводятся в таблицу. В этой таблице указываются номер поверхности согласно эскизу обрабатываемой детали (этот эскиз разработан в пункте 7 перед созданием схем базирования по операциям обработки детали), размер поверхности по чертежу детали с допуском, общий припуск на обработку этой поверхности и допуск на данную поверхность по чертежу заготовки данной детали [2, табл. 3.54].

8.5. *Расчет режимов резания*. Приводится расчет режимов резания для одного перехода по эмпирическим формулам [14]. Затем описывается методика выбора режимов резания по опытно-статистическим справочным данным [15] также для одного перехода. Для остальных переходов выполняется выбор

режимов резания по справочным данным и результаты сводятся в таблицу [2, табл. 3.55]. Если переход выполняется с помощью нескольких инструментов, в таблицу следует внести характеристики режимов резания на каждый инструмент. Для каждой операции необходимо указать основное время для каждого перехода и операции в целом.

8.6. *Расчет технической нормы времени на обработку детали.* Приводится методика расчета нормы штучного времени $T_{шт}$ (для массового производства) или штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к}$ (для серийного и единичного производства) для каждой операции механической обработки [2, 4]. Производится выбор всех составляющих $T_{шт}$ или $T_{шт.к}$ для каждой из операций механической обработки с помощью нормативов [1, 16–21] и результаты сводятся в таблицу [2, табл. 3.56].

8.7. *Определение необходимого количества оборудования и его загрузки.* Описываются методики определения необходимого количества оборудования и его загрузки по штучному времени, по основному времени и по мощности при выполнении операций механической обработки деталей машин [2, 4]. Результаты расчетов сводятся в таблицу [2, табл. 6.1]. Строятся диаграммы загрузки оборудования по штучному времени, по основному времени и по мощности, а также диаграмма стойкости инструментов по операциям обработки детали – объекта дипломного проектирования [2, рис. 6.1–6.4].

8.8. *Разработка технологических операций, оформление технологической документации и операционных эскизов в графической части проекта.* По результатам выполненных ранее расчетов уточняются модели станков, для каждой операции выбираются приспособление, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент, марка СОЖ. Устанавливаются средства механизации и автоматизации элементов технологического процесса и определяется целесообразность их применения (Р 50-54-16-87). Оформляются технологическая документация на разработанный процесс изготовления детали и операционные эскизы в графической части дипломного проекта [1, 2, 22–24]. При выборе моделей оборудования и технологической оснастки необходимо использовать каталоги металлорежущих станков, учебную и справочную литературу [2, 21, 25–29], рекламные проспекты, информацию из Интернета.

9. Проектирование станочного приспособления. Выполняются силовой и точностной расчеты приспособления согласно заданию на дипломное проектирование. При выполнении силового расчета необходимо разработать схему действия сил резания, зажима, веса, инерционных сил, центробежных сил, реакции опор, сил трения и их моментов при установке обрабатываемой детали в приспособление на данной операции. Исходя из этой схемы, следует получить расчетные зависимости для определения сил зажима детали в данном приспособлении. Конечным результатом силового расчета должны быть конструктивные параметры устройства зажима детали при ее обработке (диаметр гидро- или пневмоцилиндра привода устройства зажима, диаметр резьбы направляющей прихвата при винтовом зажиме и др.). Необходимо привести расчетные зависимости для определения указанных параметров. При точностном расчете

следует обосновать структуру расчетной формулы для определения допустимой погрешности приспособления на данной операции, показать методы определения составляющих общей погрешности проектируемого приспособления, привести результаты расчета [28–30].

10. Выбор средств механизации и автоматизации элементов технологического процесса. Средства механизации и автоматизации технологического процесса применяются как для повышения эффективности производства (снижения себестоимости и трудоемкости обработки), так и для улучшения условий труда, повышения культуры производства. К числу наиболее распространенных средств механизации и автоматизации производства в машиностроении относятся: применение станков-полуавтоматов и автоматов, в том числе автоматических линий, замена ручных вспомогательных операций (слесарных, моечных, пригоночных и др.), а также сборочных операций механизированными и автоматизированными, использование устройств для механизации или автоматизации установки и снятия заготовок на станок и со станка, контроля деталей в процессе и после обработки, уборки стружки со станка и с поточной линии или участка, транспортировки заготовок между операциями и вне цеха и др. Порядок и правила выбора указанных средств регламентированы ГОСТ 14.309-74. Этому выбору должна предшествовать оценка категории автоматизации базового технологического процесса по отдельным операциям обработки и для технологического процесса в целом [2, 4, 31, 32]. Для операций базового технологического процесса, уровень автоматизации которых окажется недостаточным, следует предложить мероприятия по его повышению. Для каждого мероприятия следует указать цель его использования, обосновать возможность применения. Возможна укрупненная предварительная оценка экономической эффективности некоторых из этих мероприятий [2, 4, 31].

11. Выбор транспортных средств. В проекте должны быть проработаны вопросы применения межцехового и внутрицехового транспортирования заготовок и отходов производства (стружки). При выборе транспортных средств следует учитывать тип производства, габаритные размеры и массу перемещаемых деталей и стружки, уровень применения транспортных средств в базовом технологическом процессе, задачи совершенствования организации производства и улучшения условий труда на проектируемом участке. Следует привести краткие технические характеристики выбранных транспортных средств (габаритные размеры, скорость перемещения, грузоподъемность, мощность привода и др.). Расчет этих характеристик следует выполнить согласно рекомендациям учебной литературы [3, 4, 33, 34].

12. Технико-организационная часть. В этом разделе, с учетом принятых типа и организационной формы производства, следует разработать следующие вопросы по организации производства на проектируемом участке механического цеха:

1. Снабжение участка режущими, измерительными и вспомогательными инструментами.

2. Организация заточки, контроля и замены режущего инструмента.

3. Организация контроля технологической точности оборудования и приспособлений.

4. Организация ремонта оборудования и технологической оснастки.

5. Организация снабжения участка СОЖ и технической водой. Утилизация этих жидкостей.

6. Организация смазки оборудования.

7. Организация рабочих мест.

8. Методы обеспечения чистоты и порядка на участке.

В этом же разделе следует подробно рассмотреть один из вопросов по организации производства в соответствии с индивидуальным заданием, полученным студентом при прохождении преддипломной практики [4, 35–37].

13. Энергетическая часть проекта. В этом разделе следует определить расход различных видов энергии, используемых при производстве деталей – объекта дипломного проектирования – в течение года (электроэнергии, пара, сжатого воздуха, топлива и воды). Необходимо выполнить расчет ее стоимости на годовую программу выпуска обрабатываемой детали [4, 38, 39].

14. Охрана труда. В этом разделе необходимо разработать мероприятия по охране труда на проектируемом участке механического цеха. Они должны обеспечить условия безопасного труда, пожарную и санитарную безопасность для работающих на проектируемом участке [40, 41].

15. Охрана окружающей среды. Следует показать, каким образом элементы разработанного технологического процесса могут негативно влиять на окружающую среду. К таким элементам могут относиться отходы производства, например, такие как стружка, техническая вода, СОЖ, машинное масло, гальванические жидкости и др., источники вредных излучений, вибраций, тепла и др. Все они нуждаются в сборе и утилизации, уменьшении или исключении их влияния на окружающую среду. Следует описать методы сбора и утилизации основных отходов механосборочного производства, уменьшения влияния вредных излучений [42].

16. Автоматизация проектирования и расчетов выполняется по индивидуальному заданию, выданному консультантом по данной части проекта. Примерная тематика данного раздела приведена в п. 4 данной работы. Раздел должен содержать описание задачи и методики ее решения, блок-схему использованной программы или ее раздела, распечатку результатов расчета [43, 44].

17. Экономическая часть проекта. Определяются основные экономические показатели работы спроектированного участка механического цеха и сравниваются с показателями работы базового участка для годовой программы выпуска согласно заданию на дипломное проектирование. Все экономические расчеты выполняются согласно инструкции кафедры «Инженерная экономика» под руководством консультанта от указанной кафедры. Исходными данными для расчетов являются себестоимость операций механической обработки, число производственных рабочих, их годовой фонд заработной платы, среднемесячная заработная плата рабочих, годовой выпуск продукции по технологической себестоимости, трудоемкость годовой программы, определенные по методике, при-

веденной в [2]. В пояснительной записке должны содержаться исходные данные для проведения расчетов, краткое описание расчетов без подробных методических пояснений и итоговые результаты расчетов. Примерный перечень экономических показателей эффективности дипломного проекта приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Технико-экономические показатели проекта

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		Отклонение показателя проектного от базового
		Базовый вариант	Проектный вариант	
1. Годовой объем выпуска продукции				
1.1. В натуральном выражении	шт			
1.2. В стоимостном выражении без косвенных налогов	тыс. руб.			
2. Себестоимость единицы продукции	руб.			
3. Себестоимость годового объема выпуска	тыс. руб.			
4. Численность работающих	чел.			
4.1. В том числе производственных рабочих	чел.			
5. Фонд заработной платы, всего	тыс. руб.			
5.1. В том числе производственных рабочих	тыс. руб.			
6. Среднемесячная заработная плата производственного рабочего	руб.			
7. Технологическая трудоемкость единицы продукции	чел.-час./шт			
8. Добавленная стоимость	тыс. руб.			
9. Прибыль от реализации продукции	млн. руб.			
10. Рентабельность производства	%			
11. Рентабельность затрат	%			
12. Годовой экономический эффект	тыс. руб.			
13. Срок окупаемости капитальных вложений	лет			

18. Научно-исследовательская часть проекта. Решение о необходимости данной части проекта принимает руководитель проекта. Как указано выше, в п. 2 данной работы, научно-исследовательская часть дипломного проекта может носить исследовательский или реферативный характер. Тема научного исследования должна быть связана с темой дипломного проекта. Она может быть посвящена проблемам повышения точности и стабильности обработки детали, улучшению ее физико-механических или эксплуатационных свойств, совершенствованию какого-либо метода обработки и др. Желательно, чтобы студент начинал выполнение данной НИР за 1–2 года до начала дипломного проектирования.

Раздел исследовательского характера оформляется согласно ГОСТ 7.32-2001 и [23]. В нем должны быть следующие разделы:

1. Введение.
2. Состояние исследуемого вопроса, постановка задачи.
3. Методика исследования.
4. Результаты исследования.
5. Обработка и анализ полученных данных.
6. Выводы и предложения.

В результате исследования желательно получить модели изученных процессов, установить основные особенности процессов, возможности их оптимизации. Следует учитывать ошибки измерений, оценивать достоверность полученных результатов [45].

Тематика НИР реферативного характера должна быть также связана с темой дипломного проекта. В ней могут быть рассмотрены результаты научных исследований или передовой опыт совершенствования различных методов обработки, повышения качества изготовления деталей машин, совершенствования организации производства. На основании выполненного анализа следует разработать предложения по совершенствованию технологии или организации производства и использовать их в дипломном проекте.

В научно-исследовательском разделе реферативного характера должны быть следующие разделы:

1. Введение.
2. Актуальность рассматриваемой проблемы для базового предприятия и отрасли, задачи исследования.
3. Анализ имеющейся информации о путях решения рассматриваемой проблемы.
4. Разработка предложений по использованию имеющихся решений в дипломном проекте.

Если в результате выполнения НИР появляется вероятность патентования предложенного решения, следует провести патентное исследование (прил. 1) и оформить его как часть отчета о НИР [46–48].

Если темой дипломного проекта является участок сборки узла изделия машиностроения, то структура дипломного проекта в целом соответствует описанной выше, но изменяется перечень технологических задач. Исключаются такие вопросы, как расчет режимов резания и припусков. Вводятся вопросы

выбора методов достижения точности замыкающего звена для нескольких размерных цепей, разработки технологической схемы сборки или нескольких схем для отдельных подузлов, определения содержания и последовательности сборочных операций, их нормирования, расчета усилий запрессовки, температуры нагрева или охлаждения, выбора сборочного оборудования, проектирования приспособления для сборки и др. [9–11, 49, 50].

6. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Расчетная часть проекта оформляется в виде расчетно-пояснительной записки (РПЗ) в объеме до 90 страниц (без учета технологических карт и приложения). Оформление записки производится согласно ГОСТ 2.004, 2.105, 2.106, 7.103 и [22, 23].

Расчетно-пояснительную записку выполняют с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ (шрифт – Times New Roman, размер шрифта 13–14 пунктов с междустрочным интервалом, позволяющим разместить 40 ± 3 строки на странице). Разрешается исключать рамки и элементы оформления листов расчетно-пояснительной записки по ЕСКД.

Расчетно-пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

1. Титульный лист;
2. Задание на дипломное проектирование;
3. Оглавление;
4. Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость);
5. Реферат;
6. Ведомость объема проекта;
7. Введение;
8. Разделы пояснительной записки в соответствии с оглавлением;
9. Заключение;
10. Список использованной литературы;
11. Комплект технологической документации;
12. Приложение (спецификации приспособления и плана расположения оборудования, разработанные в проекте алгоритмы и программы расчетов на ПЭВМ или для станков с ЧПУ, результаты НИР и др.).

Примеры оформления документов 1, 2, 5, 6 и 12 (спецификаций) приведены в прил. 3–10.

Если в дипломный проект входит научно-исследовательский раздел, он включается в расчетно-пояснительную записку проекта. В состав раздела по научно-исследовательской работе входят введение, анализ состояния вопроса, задачи исследования, методика исследования, результаты исследования, результаты обработки и анализа полученных данных, выводы и предложения. В приложение к РПЗ могут быть включены результаты измерений, методики из-

мерений и обработки результатов, акты внедрения и др. Если при выполнении НИР производился патентный поиск, следует оформить соответствующую справку и включить ее в приложение. Форма такой справки приведена в прил. 1.

Страницы расчетно-пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в правом нижнем углу. Первой страницей пояснительной записки дипломного проекта является титульный лист. Номера страниц на титульном листе и на задании по дипломному проектированию с двух сторон листа не ставятся, но включаются в общую нумерацию страниц.

В расчетно-пояснительной записке материал должен быть изложен грамотно, по существу, без ненужной информации. В текст записки следует включить необходимый иллюстративный материал (рисунки, графики, таблицы), снабженный подрисуночными подписями. Все иллюстрации, за исключением таблиц, принято называть рисунками. Например, Рисунок 2.1 – Чертеж сборочной единицы «Колесная передача автомобиля МАЗ-544028». Иллюстрации снабжаются двухзначными номерами. Первая цифра номера соответствует номеру раздела, вторая – порядковому номеру иллюстрации. Например, если в параграфе 5, имеется таблица 3, она обозначается как «Таблица 5.3».

В тексте пояснительной записки необходимо делать ссылки на литературные источники, если они цитируются или используется информация, впервые опубликованная в этой работе. После цитирования или использования заимствованной информации в квадратных скобках надо указать номер работы, приведенной в списке использованных источников, размещенном в пояснительной записке к дипломному проекту.

Заключение пишут на отдельной странице [24]. Слово ЗАКЛЮЧЕНИЕ записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки. В заключении необходимо перечислить основные результаты, характеризующие степень достижения целей дипломного проекта. Результаты следует излагать в форме констатации фактов («изучены», «разработан», «спроектировано» и т. п.). Объем заключения должен быть не более полутора–двух страниц.

Список использованной литературы следует оформлять по ГОСТ 7.1. Слова СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки.

Комплект технологической документации включает маршрутную карту, 2–3 операционные карты, одну контрольную карту. Оформление контрольных карт необходимо выполнить в соответствии с требованиями ЕСТД согласно [24]. Все графы карт должны быть заполнены. Если используется специальная технологическая оснастка, для которой в базовом технологическом процессе присвоены заводские номера, в новом технологическом процессе эти номера приводить не следует. В обозначении стандартной оснастки следует привести обозначение по стандарту и номер этого стандарта. В обозначении специальной оснастки следует привести обозначение, присвоенное фирмой-изготовителем этой оснастки, или слово «спец.» с указанием важнейшей характеристики данного вида оснастки. Например, для режущего инструмента следует привести марку материала режущей части. Для контрольного или вспомогательного ин-

струмента следует привести измеряемый размер с допуском, или размер режущего инструмента, по которому производится его закрепление во вспомогательном инструменте. Операционные карты желательно оформлять на операции, которые существенно изменены в спроектированном технологическом процессе по сравнению с базовым вариантом. Образцы технологических карт имеются на странице кафедры «Технология машиностроения» в разделе «Документы» на сайте БНТУ–МСФ [<http://bntu.by>].

Приложения оформляют в соответствии с ГОСТ 2.105 и [23]. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита в последовательности их расположения в алфавите. Например, первое приложение обозначают буквой А (ПРИЛОЖЕНИЕ А), второе – буквой Б и т. д. Если имеется лишь одно приложение, оно обозначается буквой А. Каждое приложение начинают с новой страницы. Вверху по центру страницы пишут слово ПРИЛОЖЕНИЕ прописными буквами и его буквенное обозначение. Еще ниже по центру размещают название, которое записывают с прописной буквы.

После того как графическая часть и РПЗ дипломного проекта будут подписаны всеми консультантами, руководителем проекта и нормоконтролером, он представляется на рабочую комиссию кафедры «Технология машиностроения» для оценки степени его готовности для защиты перед ГЭК. Затем РПЗ рассматривается заведующим кафедры «Технология машиностроения», который принимает решение о допуске дипломного проекта к защите и подтверждает это своей подписью на титульном листе РПЗ. После этого расчетно-пояснительная записка должна быть переплетена в твердые обложки темного цвета или помещена в папку для дипломного проекта (дипломной работы). Отзыв руководителя проекта в пояснительную записку не подшивается. Затем пояснительная записка, графическая часть проекта и отзыв руководителя проекта передаются рецензенту для оформления рецензии. Приказом по БНТУ в качестве рецензентов утверждаются ведущие специалисты машиностроительных предприятий, НИИ и других вузов. На защиту дипломного проекта перед Государственной экзаменационной комиссией студент представляет переплетенную расчетно-пояснительную записку, все листы графической части проекта, отзыв руководителя проекта, рецензию назначенного кафедрой «Технология машиностроения» рецензента.

При оформлении графической части дипломного проекта необходимо руководствоваться требованиями ЕСКД и [23]. При выполнении чертежей следует использовать угловые штампы согласно прил. 2, руководствоваться ГОСТ 2.316-2008 и другими стандартами ЕСКД, а также [23].

Графическая часть дипломного проекта выполняется и оформляется или только с использованием графических устройств вывода ПЭВМ, или только рукописным способом на листах чертежной бумаги формата А1. Графический материал одного вида, для выполнения которого необходим формат, превышающий формат А1, размещается на нескольких листах формата А1. Для графических материалов, требующих меньшего формата, чем А1, разрешается использовать форматы А2, А3, А4 и размещать на общем листе формата А1.

На чертежах детали и заготовки должны быть проставлены все размеры с допусками, необходимые для их изготовления. С помощью условных обозначений или текстом следует дать все технические требования к детали и заготовке, необходимые для обеспечения их качества. Внутри чертежа заготовки необходимо вычертить контур готовой детали и указать припуски на обработку наиболее ответственных поверхностей детали. На чертеже детали следует также разместить чертеж ее 3D-модели.

Если темой дипломного проекта является участок для сборки какого-либо изделия или сборочной единицы, то вместо чертежей детали и заготовки выполняется сборочный чертеж изделия или сборочной единицы. Чертеж и прилагаемая к нему спецификация должны содержать информацию о всех комплектующих деталях, необходимую для разработки технологического процесса сборки изделия или сборочной единицы. В частности, для каждой детали должен быть указан материал, вес, порядковый номер, стандарт, по которому деталь должна быть изготовлена, если деталь стандартная.

В графической части дипломного проекта выполняются операционные эскизы на 2-х листах формата А1. Всего необходимо выполнить не менее 8 эскизов на наиболее ответственные операции. Предпочтение следует отдавать операциям, существенно измененным по сравнению с базовым вариантом технологического процесса. На эскизах следует осветить основные операции технологического процесса с тем, чтобы во время защиты дипломного проекта перед ГЭК можно было с их помощью рассказать о его содержании. На листе должны быть размещены не менее 4 эскизов. Вопросы оформления операционных эскизов в графической части дипломного проекта по специальности «Технология машиностроения» рассмотрены в работах [2, 4]. Укажем основные особенности выполнения чертежей операционных эскизов.

1. Для оформления операционных эскизов лист формата А1 разбивают на 4 одинаковых прямоугольника при горизонтальном расположении листа. В правом нижнем прямоугольнике (в правом нижнем углу) размещают угловой штамп согласно прил. 2. В этом прямоугольнике над угловым штампом, а в остальных прямоугольниках в правом нижнем углу, размещают таблицы согласно прил. 11 или 12. В этих таблицах содержится информация о режимах резания и нормах времени на данной операции или переходе. Если на эскизе показан один режущий инструмент, то используется таблица по прил. 11, если показано несколько режущих инструментов, то используется таблица по прил. 12. В верхнем левом углу каждого прямоугольника помещают номера операции, позиции (если она есть) и перехода. Чертежи деталей на операционных эскизах изображаются без соблюдения масштаба. Однако соотношения размеров детали и режущего инструмента должны соблюдаться. Чертеж детали и инструмента вместе с размерами должен занимать большую часть выделенного для эскиза поля.

2. На каждом эскизе показывают деталь в том виде, который она приобретает после выполнения данной операции или перехода. Обрабатываемые на данном переходе поверхности вычерчиваются утолщенными линиями 2S–3S ГОСТ 2.303-68. На детали проставляют те размеры и обозначения шероховато-

сти обработанных поверхностей, которые получены после обработки детали на данной операции или переходе. Размеры проставляются с учетом снятых припусков (промежуточные или окончательные). На размерах указывают соответствующие допуски (промежуточные или окончательные). На детали следует показать обозначения технических условий, которые должны быть обеспечены после данной операции или перехода. Выдерживаемые размеры и технические условия на данном эскизе нумеруются по часовой стрелке, начиная с крайнего левого размера или условия. Нумерация на каждом эскизе своя. Номер размера или технического условия проставляют в окружности диаметром 6–8 мм и соединяют с размерной линией.

Обозначения шероховатости должны соответствовать ГОСТ 2.789-73, ГОСТ 2.309-73. Для обозначения шероховатости обработанных поверхностей часто используют параметр R_a . Рядом с изображениями обрабатываемой детали и режущего инструмента следует стрелками показать направления их перемещения и вращения, если они имеются при обработке детали.

3. На детали показывают условные обозначения баз и сил зажима. Базирующие поверхности приспособления должны лишить деталь при ее установке 6-и степеней свободы. При этом следует использовать рекомендации ГОСТ 21495-76, ГОСТ 3.1107-81 и [2, 4].

4. На детали показывают упрощенные изображения режущего инструмента, который использовался на данной операции или переходе. Инструмент (резцы, фрезы, шлифовальные круги и др.) размещают в конечном положении после обработки на данной операции или переходе. Осевой инструмент (сверла, зенкеры, развертки, расточные оправки с резцами, протяжки, зуборезные долбяки и др.) показывают в исходном состоянии перед обработкой. Для червячной фрезы при зубонарезании цилиндрических шестерен наряду с изображением фрезы в конечном положении рекомендуется тонкими линиями показать ее исходное положение

5. В любом свободном месте поля эскиза (часто под изображением детали) приводится описание содержания операции или перехода, которые иллюстрируются данным эскизом. Описание операции или перехода обычно формулируется в повелительном наклонении и сопровождается перечислением выдерживаемых на данной операции или переходе размеров и технических требований (ТТ). Например, фрезеровать зубья, выдерживая размер 1 и требования таблицы. Если выполняется обработка сложной поверхности, например зубьев, шлицев, то на поле эскиза (обычно в правом верхнем его углу) размещают таблицу, с указанием основных параметров, размеров и контрольного комплекса для этой поверхности.

Общий вид спроектированного приспособления для установки и закрепления детали на металлорежущем станке размещается, как правило, на листе формата А1. Общий вид изображается в двух или трех проекциях с размерами и сечениями, обеспечивающими ясное понимание конструкции приспособления и взаимодействия всех его частей.

На сборочном чертеже приспособления должны быть обозначены его габаритные размеры, посадки сопрягаемых деталей, координаты базовых поверх-

ностей, расстояния между осями и до базирующих элементов, технические требования. Последние могут быть представлены как с помощью условных обозначений, так и в виде текста.

Допуски и посадки выполняются по ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-2013, ИСО 286-2-88, ИСО 1829.

На чертеж приспособления составляется спецификация по форме 1 и 1а (ГОСТ 2.113-75, прил. 9, 10). Спецификация располагается в приложении к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта.

Результаты научно-исследовательской части дипломного проекта, если она предусмотрена заданием, оформляются обычно в виде 1–3 плакатов в соответствии с ГОСТ 2.605 «ЕСКД. Плакаты учебно-технические. Общие технические требования» и [23]. На плакаты выносятся результаты НИР в виде графиков, таблиц, рисунков, фотографий, формул. Каждый плакат должен иметь название. Названия всех плакатов выполняются одинаковым шрифтом и одного размера при одной толщине линий. Угловой штамп располагается на оборотной стороне плаката. Допускается угловой штамп выполнять в виде отдельного документа с помощью ПЭВМ и наклеить на оборотной стороне плаката. В обозначении плаката на угловом штампе после номера плаката приводятся буквы ПЛ.

План участка цеха выполняется в масштабе 1:100 или 1:50. На плане участка показываются сетка колонн, оборудование, с указанием рабочих мест, сборочные места, транспортные средства для деталей и стружки, расположение мест складирования заготовок перед их механической обработкой и готовых деталей, места потребления электроэнергии, сжатого воздуха, пара, воды, смазывающе-охлаждающей жидкости, силовые шкафы станков, питьевые колонки, поворотные краны, проезды и проходы. Если на некоторых операциях имеется многостаночное обслуживание оборудования, это должно быть отражено в обозначении рабочих мест.

Рекомендуемая длина участка, с учетом мест хранения заготовок и готовых деталей – 30–50 м, число единиц оборудования (в том числе рабочие места для слесарно-моечных операций и операций технического контроля) – 30–50 штук. Если по спроектированному технологическому процессу число единиц оборудования окажется меньше рекомендуемого, допускается на плане участка показать оборудование для выполнения другого технологического процесса обработки подобной детали из материала того же типа, что и деталь, обрабатываемая на спроектированном участке механического цеха. Например, если участок спроектирован для обработки стальной шестерни, то можно добавить оборудование для обработки стальных вала или шестерни из дипломного проекта другого студента или из соответствующего технологического процесса, используемого на базовом предприятии.

Для всех типов производства рекомендуется использование одно- или многоменклатурных поточных линий. При этом необходимо обеспечить прямое движение детали по поточной линии в соответствии с технологическим процессом ее изготовления.

Форма станка в плане, его размеры могут быть приняты из базового технологического процесса, из каталогов станков, из справочной и учебной литературы [2, 4, 14, 21], из Интернета. Расстояния между станками, а также между станками и элементами зданий для различных видов оборудования и вариантов его расположения, а также ширина проездов регламентируются нормами технологического проектирования [38, 39] и др.

Металлорежущие станки и нестандартное оборудование (слесарные верстаки, моечные машины, контрольные столы) нумеруются в порядке их расположения и включаются в спецификацию (прил. 9, 10). Спецификация к плану расположения оборудования помещается в приложение к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта.

На плане участка над угловым штампом указывается следующая информация:

- общая площадь участка, м^2 ;
- производственная площадь, м^2 ;
- удельная производственная площадь на один станок, м^2 .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пашкевич, М. Ф. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под общ. ред. А. А. Жолобова, В. А. Аверченкова. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 444 с.
2. Кане, М. М. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учебное пособие / М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. К. Шелега. – Минск: Выш. шк., 2013. – 311 с.
3. Филонов, И. П. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / И. П. Филонов [и др.]; под общ. ред. И. П. Филонова. – Минск: УП «Технопринт», 2003.
4. Бабук, В. В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов / В. В. Бабук [и др.]; под общ. ред. В. В. Бабука. – Минск: Выш. шк., 1979. – 464 с.
5. Тригубкин, В. А. Техническая эксплуатация станков с ЧПУ и робототехнических комплексов: курсовое и дипломное проектирование / В. А. Тригубкин. – Минск: Беларусь, 2010. – 182 с.
6. Фельдштейн, Е. Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – 3-е изд., доп. – Минск: Новое знание, 2008. – 299 с.
7. Каштальян, И. А. Обработка на станках с числовым программным управлением: справочное пособие / И. А. Каштальян, В. И. Клевзович. – Минск: Выш. школа, 1989. – 271 с.
8. Беляев, Г. Я. Основы технологии машиностроения: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта и курсовой работы для студентов дневной и заочной форм обучения / Г. Я. Беляев, М. М. Кане, А. И. Медведев; под ред. М. М. Кане. – Минск: БНТУ, 2016. – 99 с.
9. Кане, М. М. Построение технологической схемы сборки: пособие по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительных производств» / М. М. Кане, П. В. Веремей. – Минск: БНТУ, 2018. – 51 с.
10. Замятин, В. К. Технология и оснащение сборочного производства машиноприборостроения: справочник / В. К. Замятин. – М.: Машиностроение, 1995. – 608 с.
11. Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М. П. Новиков. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
12. Маталин, А. А. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
13. Косилова, А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, М. А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 255 с.

14. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 890 с.
15. Режимы резания металлов: справочник / Ю. В. Барановский [и др.]. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
16. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при работе на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. – М.: НИИ труда, 1984. – 470 с.
17. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при работе на металлорежущих станках: мелкосерийное и единичное производство. – М.: НИИ труда, 1982. – 311 с.
18. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места. Массовое производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 367 с.
19. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. – М.: Экономика, 1990. – 418 с.
20. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1986.
21. Горбачевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. школа, 1983. – 256 с.
22. Единая система стандартизации БНТУ. Дипломное проектирование. – Минск: БНТУ, 2003. – 41 с.
23. Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы) [Электронный ресурс]. – Минск: БНТУ, Приказ БНТУ 27 января 2014 г. № 105. – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/handle/data/30286>.
24. Романенко, В. И. Оформление технологической документации: пособие для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / В. И. Романенко, Н. В. Шкинъ. – Минск. БНТУ, 2019. – 87 с.
25. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2000. – Т. 1. – 910 с.
26. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач / под общ. ред. В. Е. Старжинского и М. М. Кане. – СПб.: Профессия, 2007. – 832 с.
27. Фельдштейн, Е. Э. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. Минск: Новое знание, 2009. – 1039 с.

28. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки: учебник для студентов вузов по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 431 с.
29. Технологическая оснастка: учебное пособие / В. Е. Антонюк [и др.]. – Минск: изд-во Гревцова, 2011. – 376 с.
30. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / под ред. А. Ф. Горбачевича. – 3-е изд. доп. и перераб. – Минск: «Вышэйш. школа», 1975. – 287 с.
31. Бабук, В. В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: учебное пособие / В. В. Бабук, В. А. Шкред, Г. П. Кривко, А. И. Медведев; под ред. В. В. Бабука. – Минск: Выш. школа, 1987. – 255 с.
32. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: учебное пособие для вузов / Л. В. Худобин [и др.]; под ред. Л. В. Худобина. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
33. Скойбеда, А. Т. Детали машин и основы конструирования / А. Т. Скойбеда, А. В. Кузьмин, Н. Н. Макейчик – 2-е изд. перер. и дополн. – Минск: Выш. школа, 2006. – 552 с.
34. Кузьмин, А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 350 с.
35. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения. М.: Машиностроение, 1982. – 544 с.
36. Экономика и организация производства в дипломных проектах по технологическим специальностям / под ред. А. М. Геворкяна, А. А. Карасевой. – М.: Высшая школа, 1982. – 136 с.
37. Бухалков, М. И. Организация производства на предприятии машиностроения. – М.: ИНФРА–М, 2010. – 511 с.
38. Бойко, А. Ф. Проектирование машиностроительных цехов и участков / А. Ф. Бойко, А. А. Погонин, А. А. Афанасьев. – М.: Инфра–М, 2018. – 264 с.
39. Горохов, В. А. Проектирование механосборочных участков и цехов : учебник / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе. – М.: Инфра–М, 2015. – 540 с.
40. Лазаренков, А. М. Охрана труда в машиностроении: учебное пособие для машиностроительных специальностей УВО / А. М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 444 с.
41. Минько, В. М. Охрана труда в машиностроении: учебник / В. М. Минько. – 3-е изд. перераб. – М.: Академия, 2014. – 256 с.
42. Глухов, В. В. Экономические основы экологии: учебник для вузов / В. В. Глухов, Т. П. Некрасова. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013. – 384 с.

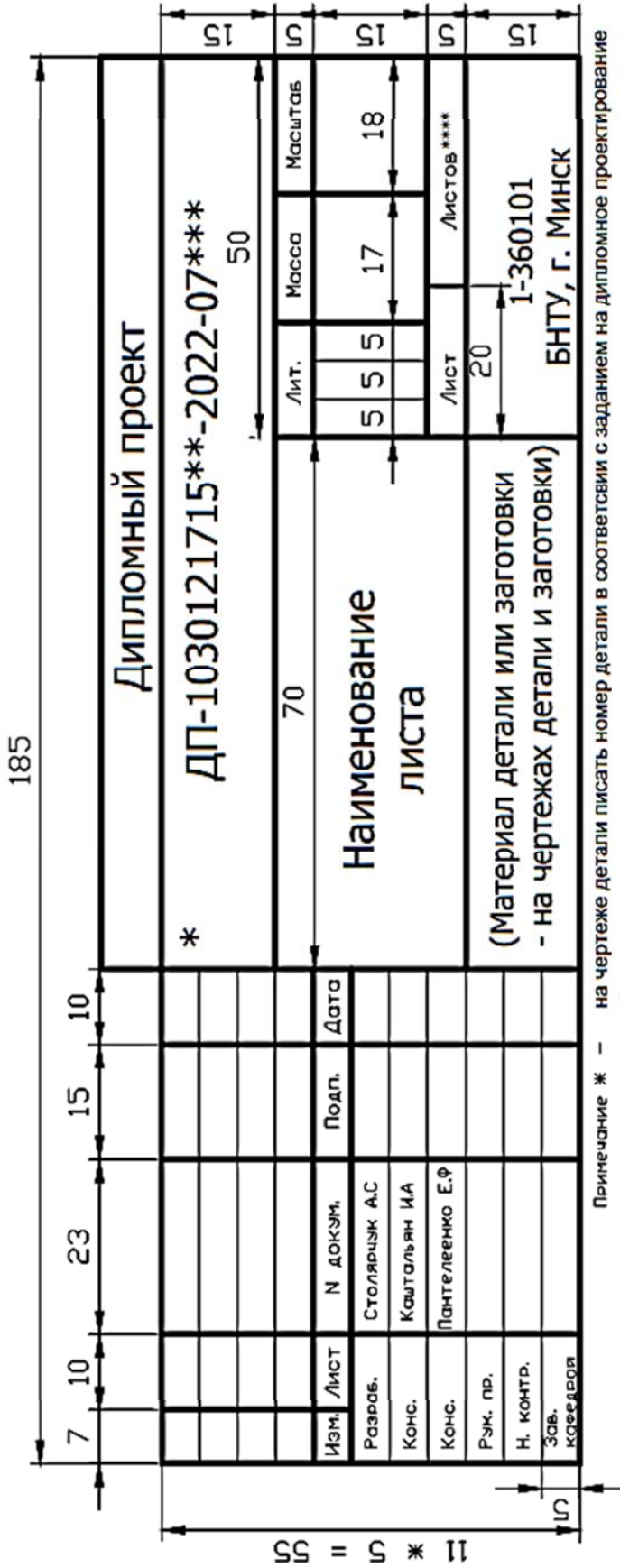
43. Аверченков, В. И. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов / В. И. Аверченков, И. А. Каштальян, А. П. Пархутик. – Минск: Вышэйшая школа, 1993. – 285 с.
44. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М.: Форум, 2012. – 448 с.
45. Кане, М. М. Основы исследований, изобретательства и инновационной деятельности в машиностроении: учебник / М. М. Кане. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 366 с.
46. Кудашов, В. И. Основы управления интеллектуальной собственностью: учебник / В. И. Кудашов. Минск: ИВЦ Минфина, 2013.
47. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Государственный стандарт Республики Беларусь. СТБ 1180-99. Минск: Госстандарт, 1999.
48. Методические указания по выполнению патентных исследований в курсовых и дипломных проектах / сост. А. Г. Картушина. – Минск: БНТУ, 2001. – 30 с.
49. Кане, М. М. Нормирование технологического процесса сборки: пособие для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительных производств» / М. М. Кане. – Минск. БНТУ, 2019. – 37 с.
50. Кондаков, А. И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие/ А. И. Кондаков. – М.: КНОРУС, 2012. – 400 с.

Справка о поиске № _____
 Задание на проведение патентных исследований (номер, дата) _____
 Шифр темы _____ Код этапа _____
 Дата и номер регламента поиска _____
 Начало поиска _____ Окончание поиска _____

1. Поиск проведен по следующим материалам

Предмет поиска (объект, его составные части)	Страна поиска	Классификационные индексы	По фонду какой организации проведет поиск	Научно-техническая документация, наименования, дата публикации, выходные данные с указанием пределов просмотра (от и до)	Источники информации	
					Патентная документация, наименование бюллетеня, журналы, охранных документов, номера и дата их публикации	с указанием пределов просмотра(от и до)
1	2	3	4	5	6	

Форма и размеры штампа на рабочих чертежах и плакатах



Форма штампа на листах РПЗ(если листы имеют рамку)



Образец заполнения титульного листа расчетно-пояснительной записки
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Машиностроительный факультет
Кафедра «Технология машиностроения»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.К. Шелег
(подпись)
_____ 20
(число, месяц, год)

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Участок механического цеха по обработке деталей трактора МТЗ 82 с разработкой технологического процесса на шестерню 80М-2407053. Объем выпуска 3000 штук в год».

Специальность 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Специализация 1-36 01 01 01 «Технология механосборочных производств»

Студент

группы 10301217

_____ А.А. Егоров
подпись, дата

Руководитель

_____ профессор И.А. Каштальян
подпись, дата

Консультанты:

по технологической части

_____ профессор И.А. Каштальян
подпись, дата

по разделу САПР

_____ ст. пр.Е.Ф.Коновалова
подпись, дата

по разделу «Охрана труда»

_____ доцент Е.Ф. Пантелеенко
подпись, дата

по экономической части

_____ ст. преподаватель В.М. Шарко
подпись, дата

Ответственный за нормоконтроль

_____ профессор И.А. Каштальян
подпись, дата

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 100 страниц

графическая часть – 8 листов

магнитные (цифровые) носители – __ единиц

Минск, 2022

Образец заполнения задания на дипломное проектирование

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

_____ В.К. Шелег

(подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.
(число, месяц, год)

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту Столярчуку Алексею Сергеевичу
(фамилия, имя, отчество)

группы № 10301217 специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

1. Тема дипломного проекта: Участок механического цеха по обработке деталей трактора МТЗ-82 с разработкой технологического процесса на шестерню 80М-2407053. Объем выпуска 3000 штук в год.

Утверждена приказом ректора БНТУ от «05»марта 2022г. № 12-348/14-лс

2. Исходные данные к дипломному проекту:

2.1. Чертеж детали 80М-2407053 (шестерня)

2.2. Объем выпуска: 3000 штук в год

2.3. Режим работы: двухсменный при 40 часовой рабочей неделе

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-пояснительной записки:

3.1. Введение

3.2. Описание объекта производства

3.3. Назначение сборочной единицы, обрабатываемой детали и сборка ее в узле

3.4. Анализ технологичности конструкции детали

3.5. Выбор типа и организационной формы производства

3.6. Выбор способа получения заготовки

3.7. Анализ базового варианта технологического процесса

3.8. Проектирование технологического процесса механической обработки

3.9. Проектирование станочного приспособления

3.10. Выбор транспортных средств

3.11. Технико-организационная часть

3.12. Энергетическая часть проекта

3.13. Охрана труда

- 3.14. Охрана окружающей среды
- 3.15. Автоматизация проектирования и расчетов
- 3.16. Экономическая часть проекта
- 3.17. Заключение

4. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей, схем, графиков, таблиц, диаграмм и др.):

- 4.1. Чертеж детали и ее 3D-модель – 1 лист А1
- 4.2. Чертеж заготовки – 1 лист А1
- 4.3. Операционные эскизы– 2 листа (8 эскизов) А1
- 4.4. Сборочный чертеж приспособления для сверлильной операции – 2 листа А1
- 4.5. План расположения оборудования – 1 лист А1
- 4.6. Таблица технико-экономических показателей – 1 лист А1

5. Консультанты по дипломному проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта:

- 5.1. По технологической части – профессор Каштальян И.А.
- 5.2. По САПР – ст. пр. Коновалова Е.Ф
- 5.3. По охране труда – доцент Пантелеенко Е.Ф.
- 5.4. По экономической части – старший преподаватель Шарко В.М.
- 5.5. Нормоконтроль – профессор Каштальян И.А.

6. Примерный календарный график выполнения дипломного проекта:

Наименование этапов выполнения дипломного проекта, содержание расчетно-пояснительной записки	Объем работы, %	Сроки выполнения этапа	Отметка о выполнении
6.1. Чертеж детали, заготовки, введение, описание объекта производства, анализ технологичности конструкции детали	10	30.03.2022	
6.2. Анализ базового варианта технологического процесса и составление нового маршрута механической обработки	10	05.04.2022	
6.3. Разработка операционной технологии, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса	20	29.04.2022	
6.4. Выполнение двух листов операционных эскизов	15	06.05.2022	
6.5. Выполнение расчетов на ЭВМ	5	13.05.2022	
6.6. Проектирование и вычерчивание , приспособления	10	21.05.2022	
6.7. Разработка вопросов организации участка и плана расположения оборудования	15	27.05.2022	
6.8. Выполнение технико-экономических расчетов и таблицы технико-экономических показателей	10	04.06.2022	
6.9. Окончательное оформление проекта	5	10.06.2022	

7. Дата выдачи задания: «23» марта 2022 г.

8. Срок сдачи законченного дипломного проекта: «10» июня 2022 г.

9. Руководитель дипломного проекта _____ И.А. Каштальян

Подпись студента: _____

Дата _____

РЕФЕРАТ

(образец оформления)

Дипломный проект: ___ с., ___ рис., ___ табл., ___ источник, ___ прилож.

Ключевые слова: цилиндрическое зубчатое колесо, технологический процесс механической обработки, зубофрезерование, токарная обработка.

Тема дипломного проекта «Участок механического цеха по обработке зубчатых колес двигателя Д-240 с разработкой техпроцесса изготовления шестерни привода топливного насоса (деталей 240-1006312СБ) и автоматизацией операции зубообработки. Объем выпуска 70 тыс. деталей в год».

Объектами разработки являются участок механического цеха и технологический процесс изготовления цилиндрических зубчатых колес в условиях массового производства.

Цель проекта: разработать прогрессивные техпроцессы получения заготовок и механической обработки шестерен с технико-экономическим обоснованием принятых решений.

В процессе проектирования внесены следующие изменения в базовый техпроцесс:

1. Предложен современный метод получения заготовок в закрытых штампах без облоя.
2. Усовершенствован технологический процесс токарной обработки детали за счет использования многошпиндельных полуавтоматов.
3. Произведена замена зубофрезерных и шевинговальных полуавтоматов на автоматы.
4. Предложена активная форма контроля размеров на операциях шлифования торцев и хонингования отверстия в деталях.

В дипломном проекте использованы такие решения, как применение быстрорежущих сталей повышенной производительности для червячных фрез, использование данных фрез сборной конструкции со вставными рейками, что в 1,5–2,0 раза повышает производительность труда на данной операции.

Подтверждаю, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает содержание проекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Образец заполнения ведомости объема дипломного проекта

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол-во листов	Примечание
Документация общая					
1	A4		Задание на дипломный проект	1	
2	A4		Расчетно-пояснительная записка	90	
3	A4		Технологический процесс механической обработки	37	
4	A4		Приложение	2	
ИТОГО:				140	
Графическая часть проекта					
5	A1		Чертеж детали	1	
6	A1		Чертеж заготовки	1	
7	A1		Чертеж разжимной отправки	1	
8	A1		Операционные эскизы	2	
9	A1		План расположения оборудования	1	
10	A1		Таблица технико-экономических показателей	1	
ИТОГО:				7	
					ДП-XXXXXXXXXX'-202X-РПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ведомость объема дипломного проекта Лит. Масса Масштаб 1-360101 БНТУ: г. Минск
Разраб.		(Фамилия)			
Консул.					
Консул.					
Рук.пр.					
Н.конт.					
Зав. каф.					

Примечание: X' – номер зачетной книжки

Образец оформления спецификации чертежа приспособления (первый лист)

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
6	6	8	70	63	10	22
				<u>Документация</u>		
A1			БНТУ-ДП-30301218-2020СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	БНТУ-ДП-30301218-2020-00	Тяга	1	
				<u>Детали</u>		
		2	БНТУ-ДП-30301218-2020-01	Корпус	1	
		3	БНТУ-ДП-30301218-2020-02	Крышка	1	
		4	БНТУ-ДП-30301218-2020-03	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		20		Болт М16х40.6.605	6	
				ГОСТ 7798-70		
			ДП - 3030121815 - 2020 - 05			
			Расчётно-пояснительная записка			
8 5Ж9=45	Изм.	Лист	И докум	Подп	Дата	
	Разреш					
	Конс.					
	Конс.					
	Рук. пр.					
	И. канц.					
			Приспособление зубофасочное (сборочный чертёж)			Лит. Лист Листов
						1 - 360101 БНТУ, г. Минск

**Форма спецификации чертежа приспособления
(последующие листы)**

Формат	9	Зона	9	Поз.	8	Обозначение	70	Наименование	63	Кол.	10	Примечание	22
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 8 110 10 </div>													
Изм	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 7 7 </div>													

Форма угловой таблички для операционных эскизов одноинструментной обработки

Наименование и модель станка	15	V, м/мин	n, мин ⁻¹	t, мм	S, мм/об	S, мм/мин	T _м , мин	T _{шт} , мин
	20							

Форма угловой таблички для операционных эскизов многоинструментной обработки

Наименование и модель станка	N инструмента	V, м/мин	n, МИН ⁻¹	t, мм	S, мм/ОБ	S, мм/МИН	T _м , МИН	T _{шт} , МИН

Dimensions: 15, 15, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 185

Учебное издание

КАНЕ Марк Моисеевич
ШЕЛЕГ Валерий Константинович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ**

Пособие
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»

Редактор *Е. О. Германович*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 07.06.2021. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 1,82. Тираж 150. Заказ 185.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.