

Н.Ю. Логинов, А.А. Козлов

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие



Тольятти
Издательство ТГУ
2025

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет

Н.Ю. Логинов, А.А. Козлов

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие

Тольятти
Издательство ТГУ
2025

УДК 378.147.091.33-027.22(075.8)

ББК 74.480.276я73

Л 694

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент, первый проректор Института развития профессионального образования *А.А. Солдатов*;
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства» Тольяттинского государственного университета *Д.А. Расторгуев*.

Л 694 Логинов, Н.Ю. Научно-исследовательская практика : учебно-методическое пособие / Н.Ю. Логинов, А.А. Козлов. – Тольятти : Издательство ТГУ, 2025. – 68 с. – ISBN 978-5-8259-1719-1.

В учебно-методическом пособии представлены основные положения по прохождению студентами практик по технологии машиностроения, конструированию станков и машин, инструментальному производству и родственным специальностям. Рассматриваются подходы к обработке изучаемых данных, а также методики проведения научных исследований.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» очной и заочной форм обучения.

УДК 378.147.091.33-027.22(075.8)

ББК 74.480.276я73

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

© Логинов Н.Ю., Козлов А.А., 2025

ISBN 978-5-8259-1719-1

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2025

ВВЕДЕНИЕ

Практическая подготовка является неотъемлемой составляющей процесса работы студентов над магистерской диссертацией. На практиках студентам отводится учебное время для работы над задачами, поставленными ведущими преподавателями и руководителями.

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В учебно-методическом пособии представлены основные положения по выполнению учебной практики (научно-исследовательская работа), производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика), производственной практики (научно-исследовательская работа) 1, производственной практики (научно-исследовательская работа) 2, производственной практики (научно-исследовательская работа) 3, производственной практики (научно-исследовательская работа) 4. Рассматриваются подходы по обработке изучаемых данных, а также методики проведения научных исследований.

Учебно-методическое пособие состоит из семи разделов. В первом разделе рассмотрены общие положения по прохождению практик, в частности, рассмотрены виды практик, цели практик, формируемые компетенции, содержание отчета и общие требования к оформлению. Остальные разделы содержат общие рекомендации по выполнению соответствующих практик в последовательности их выполнения.

По результатам прохождения практики выполняется отчет о прохождении практики. Отчет должен быть защищен перед руководителем или комиссией.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме и верно выполнен отчет о прохождении технологической практики. Отчет выполнен в поставленные сроки. Отчет о практике защищен перед руководителем практики или перед комиссией.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если в полном объеме выполнен отчет о прохождении технологической практики с несущественными недочетами. Отчет выполнен в поставленные сроки. Отчет о практике защищен перед руководителем практики или перед комиссией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в полном объеме выполнен отчет о прохождении технологической практики с существенными недочетами. Отчет выполнен в поставленные сроки. Отчет о практике защищен перед руководителем практики или перед комиссией.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отчет о прохождении технологической практики выполнен не в полном объеме или выполнен с существенными ошибками. Также оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отчет выполнен не в установленные сроки или не защищен перед руководителем практики или перед комиссией, или не выполнен вовсе.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Виды практик

Основные требования к практике по направлению подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения», определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и Положением об организации и проведении практики обучающихся Тольяттинского государственного университета.

Практики проходят в соответствии с учебным планом и программами практик. Результатом прохождения практик являются действия студентов, описанные в отчете о прохождении практик, а также комментарии студентов при процедуре защиты отчетов.

Способ проведения практик: стационарно. Форма организации практик: дискретно. Продолжительность и сроки прохождения практик определяются учебным планом.

Виды практик в соответствии с учебным планом: учебная практика (научно-исследовательская работа); производственная практика (научно-исследовательская работа) 1; производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика); производственная практика (научно-исследовательская работа) 2; производственная практика (научно-исследовательская работа) 3; производственная практика (научно-исследовательская работа) 4.

Форма защиты отчета: устная презентация и беседа по результатам практики с руководителем практикой от кафедры.

Методическое руководство практикой осуществляется кафедрой. Непосредственное руководство осуществляет научный руководитель магистрантов, назначенный соответствующим распоряжением.

Цели практик

Учебная практика (научно-исследовательская работа) имеет целью формулирование темы и индивидуального плана выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Производственная практика (научно-исследовательская работа) 1 имеет целью закрепление у студентов приобретенных теоретических знаний и формирование исходных данных с помощью литературного обзора по теме выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика) 1 имеет целью закрепление у студентов приобретенных теоретических знаний и формирование исходных данных с помощью патентного поиска для выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2 имеет целью практическое освоение методов теоретического исследования научных результатов теоретическим путем.

Производственная практика (научно-исследовательская работа) 3 имеет целью освоение будущим специалистом основ научно-прикладных исследований путем решения практических научно-технических задач машиностроения, а также освоение студентами методик проведения научно-исследовательских работ во всех их аспектах.

Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4 имеет целью закрепление у студентов приобретенных теоретических знаний путем проведения научно-исследовательских работ и формирование выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Формируемые компетенции

В результате прохождения практик у студента формируются следующие компетенции:

- ПК-1. Способен самостоятельно проводить, а также руководить группой исполнителей при научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработках;
- ПК-2. Способен разрабатывать конструкторско-технологическую документацию по автоматизации и механизации технологических операций механосборочных производств;

- ПК-3. Способен осуществлять автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей из различных конструкционных материалов;
- ПК-4. Способен принимать технические и организационные решения по обеспечению качества изделий различной сложности в условиях механосборочного производства;
- ПК-5. Способен осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний машиностроительной продукции;
- ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований;
- ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности;
- ОПК-5. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения;
- ОПК-6. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств;
- ОПК-7. Способен организовывать подготовку заявок на изобретения и промышленные образцы в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств;
- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

- УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия;
- УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Содержание отчета

Результаты выполнения практики представляются в виде отчета. Содержание отчета:

1. Титульный лист.
2. Акт о прохождении практики.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Основная часть работы.
6. Заключение.
7. Список используемых источников.
8. Приложения.

Титульный лист (прил. А) и акт о прохождении практики (прил. Б) оформляются в соответствии с действующим Положением об организации и проведении практики обучающихся Тольяттинского государственного университета [21].

Во введении необходимо указать цель прохождения практики и сформулировать задачи, которые следует выполнить для ее достижения.

Основная часть работы содержит пункты работы, выполненные в соответствии с общими рекомендациями.

В заключении необходимо сделать основные выводы по работе и о достижении поставленных задач и цели практики.

Общие требования к оформлению

Отчет по практике оформляется в печатном виде в редакторе Microsoft Word в формате docx.

Формат страниц А4. Размеры полей страниц: верхнее – 20 мм, левое – 30 мм, нижнее – 20 мм, правое – 15 мм. Ориентация страниц книжная. В случае необходимости таблицы, иллюстрации, приложения могут быть выполнены в альбомной ориентации. Поля при применении альбомной ориентации страниц: верхнее – 30 мм, левое – 20 мм, нижнее – 15 мм, правое – 20 мм.

Шрифт – Times New Roman, начертание символов – обычное, размер шрифта – 14, в таблицах, иллюстрациях, нумерации страниц размер шрифта – 12. Межстрочный интервал в тексте – полуторный, в таблицах, иллюстрациях и формулах – одинарный.

Выравнивание текста по ширине, абзацный отступ – 1,25 см. Требования к выравниванию и наличию абзацных отступов при оформлении заголовков, таблиц, иллюстраций, формул указаны в методических рекомендациях [22].

Нумерация страниц проставляется внизу по центру страницы арабскими цифрами без точки. Нумерация начинается с титульного листа, но номер страницы на нем не ставится. Акт о прохождении практики не нумеруется. Далее нумерация страниц сквозная. Проставление номеров страниц начинается с номера 2 на листе «Содержание».

Правила изложения текста, особенности формирования текста, правила оформления элементов отчета, оформление наименований структурных элементов отчета, заголовков элементов основной части, перечислений, таблиц, иллюстраций, формул, ссылок, а также сокращения, единицы величин и числовые значения, требования к структурным элементам отчета подробно изложены в методических рекомендациях [22].

2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА)

В ходе выполнения данной практики необходимо решить задачи выбора темы выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации), обосновать ее актуальность, составить индивидуальный план выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Тема научного исследования определяется научным руководителем совместно со студентом и руководителем программы подготовки магистров. Выбор темы исследований является одним из основополагающих этапов, так как определяет стратегию исследования и направление научного поиска. Целесообразно, чтобы тема отражала сферу деятельности и научных интересов студента или была задана предприятием-заказчиком. Тема должна быть актуальной, обладать новизной и иметь возможность применения на практике.

Под актуальностью следует понимать полезность изучения какой-то проблемы для удовлетворения экономических, социальных, научных или других потребностей общества.

Актуальность тематики исследований необходимо тщательно обосновать, а не констатировать как факт. Изначально следует проработать изученность тематики предшествующими разработками, опубликованными в литературных источниках, и доказать необходимость выполнения собственных исследований. Также необходимо рассмотреть вопрос о своевременности проработки выбранной тематики и заинтересованности в ее появлении промышленными предприятиями или другими исследователями.

Следующим этапом исследовательской работы является ознакомление с проблемой посредством литературных источников. Проблема всегда возникает в том случае, когда старое знание уже обнаружило свою несостоятельность, а новое знание еще не приняло развитой формы. Таким образом, проблема в науке – это противоречивая ситуация, требующая разрешения. Проблема часто отождествляется с вопросом. Каждая проблема – это вопрос. Но не каждый вопрос – это проблема. Проблема – это такой вопрос, который стоит на границе известного и неизвестного. Требуется найти способ получения новой информации и получить ее.

Для выбора тематики проведения исследований существует ряд источников информации, из которых необходимо выбрать и проработать имеющуюся информацию. Этими источниками являются научно-техническая литература (научные журналы, научно-исследовательские публикации и другие) и патентная база. На основании проработки этих официально опубликованных материалов и при отсутствии искомых данных можно заявлять, что тематика проведения исследований является новой, неизученной.

Актуальность выполнения исследовательской работы также может доказывать противоречивость известных научных исследований.

При выборе темы исследований необходимо учитывать и возможности современных методов оценки тех или иных явлений, требуемых к изучению.

Далее студентом совместно с руководителем составляется индивидуальный план выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). В индивидуальном плане отражается содержание работы, включая перечень практик и план научно-исследовательской работы по теме магистерской диссертации.

На титульном листе индивидуального плана необходимо указать выбранную тему научных исследований. План каждого семестра состоит из плана учебной работы и плана научно-исследовательской работы.

В индивидуальном плане в обязательном порядке указываются следующие этапы научно-исследовательской работы:

- ознакомление с тематикой исследовательских работ по профилю программы подготовки магистров;
- выбор темы научного исследования; составление отчета о выполнении научно-исследовательской работы и представление его студентами очной формы обучения на научно-исследовательском семинаре учебного структурного подразделения;
- научные публикации;
- доклады на конференциях и семинарах;
- проведение экспериментов и исследований;
- этапы выполнения магистерской диссертации.

Форма индивидуального плана студента должна соответствовать рекомендациям Положения о магистратуре [23].

3. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА) 1

В ходе выполнения данной практики необходимо провести литературный обзор по теме магистерской диссертации. Это позволит произвести оценку состояния вопроса по тематике исследований, то есть выявить имеющиеся теории, концепции, подходы, направления исследований и сделать выводы о необходимости проведения исследований и их значимости с теоретической и практической точек зрения.

Для написания литературного обзора существует две основные методики. Первая методика заключается в хронологическом описании развития выбранного к разработке объекта или способа. При выполнении данного описания необходимо особо подчеркивать основные переломные моменты в развитии объекта изучения, конфликтующие мнения, то есть яркие моменты в исследовании тематики исследования.

Вторым методом является логическое описание развития объекта исследования. При этом необходимо выполнять анализ происходящих событий. Здесь необходимо отмечать воздействие развития объекта исследования на отрасли народного хозяйства, а также на смежные отрасли науки.

Вся информация имеет потребительские свойства, то есть некоторые качества, характеризующие ее. Среди них можно выделить несколько: доступность, достаточность, репрезентативность, достоверность, своевременность, актуальность, адекватность.

Адекватность информации – это характеристика, которая отвечает за достоверность полученной информации об объекте или процессе действительности.

Репрезентативность связана с правильностью отбора информации об объекте в целях адекватного отражения его свойств.

Достаточность информации говорит о ее полноте для описания того или иного явления или свойства. Эта характеристика является очень важной. Так, для описания какого-либо свойства объекта неполная информация будет являться недостаточной. Но избыток

в описании тоже зачастую является нежелательным для принимаемых в ходе рассуждения решений.

Доступность информации — это характеристика, которая в основном зависит от преобразования полученной из какой-либо системы информации в вид, преподносимый автором.

Актуальность информации определяется степенью сохранения ценности информации в момент ее использования и зависит от динамики изменения ее характеристик и от промежутка времени, прошедшего с момента возникновения данной информации.

Своевременность — характеристика информации, показывающая ее надобность (ценность) в данный период времени. Своевременность уходит с истечением времени.

Точность информации характеризует близость описания каких-либо свойств действительности.

Достоверность информации отражает ее способность реагировать на изменения исходных данных без нарушения необходимой точности.

При обработке полученной информации различают первичный и вторичный документы. Первичным является документ, являющийся первоисточником. Чаще всего этот документ публикует автор, который получил опытным путем какие-то результаты. Вторичным является источник аналитико-синтетической переработки одного или нескольких первичных документов.

При проведении литературного обзора необходимо четко фиксировать в тексте ссылки и цитаты, которые регламентируются ГОСТ Р 7.0.5—2008 [8].

Качество выполненного литературного обзора показывает компетентность автора по разрабатываемой тематике, а также позволяет неспециалистам ознакомиться с разрабатываемой тематикой в кратчайшие сроки.

Научные статьи обыкновенно имеют узконаправленную тематику, поэтому при подготовке литературного обзора необходимо выбирать монографии, статьи и научные отчеты по расширенному признаку, а потом из них выбирать тезисы, относящиеся к целям и задачам своего объекта исследования. Важно выбирать научные

материалы для обзора не только из журналов России, но и из зарубежных научных журналов.

Рекомендуемый объем литературного обзора для магистерской диссертации составляет 20–30 страниц, поэтому текст этого раздела должен быть сжатым, кратким, доводящим до сведения только суть описываемых литературных источников. Литературный обзор может включать рисунки и таблицы, несущие важную информацию об описываемых исследованиях.

Хорошими информационными источниками для начала осуществления литературного обзора являются книги (монографии), где четко и доступно описаны проведенные исследования. Электронные каталоги и тексты монографий можно найти, используя электронные ресурсы, например:

- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [9];
- электронные ресурсы EBSCO для вузов и научных библиотек [10].

Опубликованная информация в научных журналах более актуальна, так как журналы и конференции являются первой площадкой для обсуждения исследований научного мира. Многие журналы ведут рефераты, по которым проще искать необходимую информацию.

При использовании каталогов или предметных указателей необходимо правильно сформулировать предмет поиска, так как поисковые системы не обладают искусственным интеллектом. Например, при поиске по ключевому слову «точность» система даст всю информацию, касающуюся точности измерения координат, точности двигательных действий в спорте, точности обработки деталей и так далее, независимо от намерений пользователя. Подбирая ключевые слова или фразы, нужно стремиться к более точной формулировке, чтобы получить меньше ненужной информации.

В первую очередь студентам следует начать поиск информации из научной библиотеки своего вуза, в которой чаще всего есть электронный каталог. Также имеются оплаченные вузом электронные библиотеки, которыми студенты могут пользоваться бесплатно, например:

- e.lanbook.com [11];
- znanium.com [12];
- <https://www.iprbookshop.ru> [13].

Все входящие в литературный обзор материалы, включая рисунки, схемы, диаграммы, должны быть перереферированы, то есть переработаны в оригинальный текст, так как представление чужих исследований за свои является серьезным нарушением авторских прав.

Студент, выполняющий литературный обзор, сначала должен изложить сущность проблемы с указанием прорывных идей и нерешенных вопросов (рис. 1), далее необходимо описать ход развития основных концепций и существенных исследований. После этого — выделить те пробелы в исследованиях, которые необходимо решить для применения всего комплекса в дальнейшем. В итоге следует сделать выводы и описать их взаимосвязь с планируемыми исследованиями.

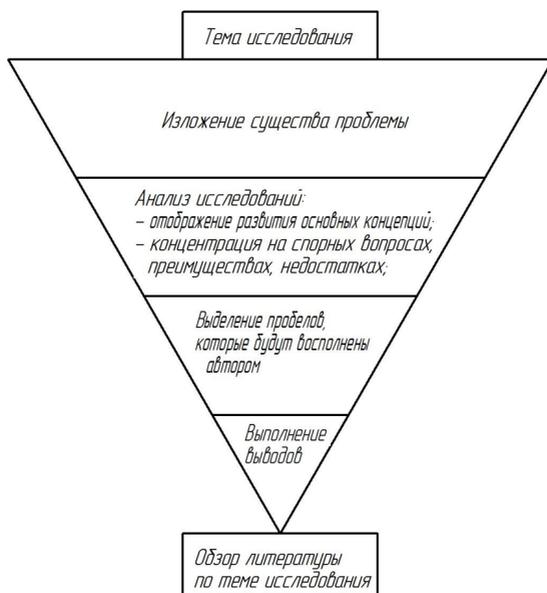


Рис. 1. Структура литературного обзора

4. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА)

В ходе выполнения данной практики необходимо провести патентный поиск по теме магистерской диссертации. Это позволит определить уровень развития техники и имеющихся технических решений, ознакомиться с результатами новейших изобретений и инноваций.

Выполнение патентного поиска помогает понять, какие пути решения технической задачи существуют, защищены ли они патентами и авторскими свидетельствами и какие имеются перспективы в разработке выбранной тематики.

Любые исследования какой-то проблемы начинаются с обзора существующих технических решений и их обработки, так как изобретать заново то, что уже было придумано, нецелесообразно. Также в большинстве стран, в том числе в России, существуют законы, которые защищают интеллектуальную собственность, то есть защищают авторские права на изобретения и разработки. Информацию об известных разработках можно найти, проводя патентный поиск (поиск в информационной базе существующих патентов на изобретение и свидетельств об интеллектуальной собственности), а также поиск информации о проведенных исследованиях в имеющихся базах данных научно-технической литературы.

При проведении патентно-литературного обзора отбираются решения, относящиеся к объекту исследования. На данном этапе разработки могут быть отобраны и методы проведения каких-либо разработок, так как при принятии плана проведения исследований можно воспользоваться известными существующими в литературе материалами.

Объектом патентно-литературного обзора может быть вещество, устройство или способ. Также важны характеристики объекта исследований, так как при расширении спектра исследований затрачивается большее время полного поиска.

Для удобства проведения патентных поисков в 1971 году была создана Международная патентная классификация (МПК). Эта классификация обновляется в среднем ежегодно и имеет иерархический многоступенчатый принцип распределения понятий (рис. 2).

G	09	D	3/00	3/08
раздел	класс	подкласс	Основная группа	подгруппа

Рис. 2. Структура МПК

Например, в разделе В под названием «Выполнение операций; транспортировка» имеется класс В03 с названием «Разделение твердых материалов с использованием жидкостей или с использованием пневматических столов или конструкций; магнитное или электростатическое отделение твердых материалов от твердых материалов или жидкостей; разделение высоковольтными электрическими полями». То есть идет детальное уточнение объекта исследования от раздела до подгруппы.

Еще одним инструментом для проведения патентного поиска является патентный бюллетень, который создается Федеральным институтом промышленной собственности РФ (ФИПС). Этот документ издается три раза в месяц, то есть в базу с высокой производительностью вносится актуальная информация. ФИПС издает четыре патентных бюллетеня:

- 1) изобретения и полезные модели;
- 2) промышленные образцы;
- 3) товарные знаки и знаки обслуживания;
- 4) программы для ЭВМ, базы данных, топология интегральных микросхем [1].

Информационный научно-издательский центр (ИНИЦ) проводит обзор мировых научных изобретений и научных достижений и сводит в свои бюллетени с рубриками:

- 1) изобретения стран мира;
- 2) промышленные образцы зарубежных стран;
- 3) годовые систематические и нумерационные указатели;
- 4) итоговый систематический указатель изобретений России [1].

Имеются и иностранные базы данных, которые публикуют сведения о патентных документах.

ФИПС публикует патентную информацию у себя на сайте по адресу: <http://www1.fips.ru> [2].

Всемирная организация интеллектуальной собственности имеет базу данных о патентах основных мировых лидеров: <http://patentscope.wipo.int> [6].

Информацию о запатентованных объектах стран Европы собирает в базу данных Европейский патентный офис: <http://worldwide.espacenet.com> [5].

Закон об интеллектуальной собственности защищает авторские права патентообладателей на всех стадиях жизненного цикла объекта от разработки и проектирования до утилизации.

Патентную чистоту объекта необходимо разрабатывать по трем следующим критериям: правовым, техническим (инженерным) и экономическим.

К правовым критериям относят юридическую сторону вопроса, то есть какие санкции может предпринять правообладатель при нарушении этих прав третьей стороной, а также объем прав на патент при коллективном получении свидетельства об интеллектуальной собственности.

Техническая сторона оценки включает признаки, характеризующие объект, на который получен патент. Это могут быть составные части, элементы и так далее.

К экономическим критериям оценки относят объем возможных компенсаций в пользу патентообладателя при нарушении его авторских прав третьими лицами.

При выполнении экспертизы объекта на патентную чистоту в некоторых случаях, например в учебных целях, можно выполнять ее частично.

Перед началом выполнения экспертизы необходимо выбрать методику и составить план, где наметить, какие разделы будут выполнены полностью, какие частично, а какие вовсе не будут выполняться в связи с ненужностью. Это действие экономит средства и время выполнения экспертизы.

Сроки действия патентов или свидетельств об интеллектуальной собственности в разных странах отличаются. В большинстве стран срок действия патентов — не более 20 лет, поэтому рекомендуется устанавливать регламент поиска — 20 лет.

Объектами проведения экспертизы могут быть:

- сборочный узел или конструкция, состоящая из нескольких (многих) деталей и узлов с их характерным положением;
- деталь со своими особыми характеристиками (материалом, формой и так далее);
- технологический процесс с определенной последовательностью выполнения операций (действий), использования каких-либо устройств, веществ и так далее.

При выполнении экспертизы в отношении сложного сборного объекта, состоящего из целого ряда составных частей, необходимо определить количество и характер выполнения патентного поиска. В первую очередь следует выполнить экспертизу на важные технические решения, характерные для объекта. Чаще всего этими техническими решениями являются компоновка, кинематическая схема, электрическая схема и так далее. Затем следует проводить экспертизу узлов агрегата, а далее переходить к деталям.

Порядок проведения патентных исследований регламентирован ГОСТ 15.011–96 [4]. Этот стандарт распространяется на деятельность хозяйствующих субъектов независимо от форм собственности, выполнение ими государственных заказов, хозяйственных договоров, инициативных работ, устанавливает единые требования к организации, проведению, оформлению и использованию результатов патентных исследований и применяется во всех отраслях народного хозяйства.

На основании проведения патентных исследований перед постановкой продукции на производство заполняется и утверждается патентный формуляр, регламентированный ГОСТ 15.012–84 [7].

В заключении необходимо сделать выводы о проведении патентных исследований.

В выводах нужно ответить на следующие вопросы:

1. С какой целью проводились патентные исследования?
2. Какова глубина проведения патентного поиска?

3. По каким странам удалось найти подходящую информацию? Какие предприятия являются лидерами в разработке и исследованиях объекта патентного поиска?

4. Какими отличительными особенностями характеризуются запатентованные объекты, определенные в результате патентного поиска?

5. Каковы преимущества и недостатки запатентованных объектов, определенных в результате патентного поиска?

6. Целесообразна ли дальнейшая разработка и исследование объекта проведения патентного поиска?

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА) 2

В ходе выполнения данной практики необходимо осуществить моделирование объекта или процесса, рассматриваемого в ходе диссертационного исследования.

В жизни мы постоянно сталкиваемся с самыми разными моделями. Так, в детстве мы играем в игрушки, которые являются моделями каких-то персонажей или моделями автомобилей. Далее эти модели принимают более совершенные формы, например, в школе на уроках физики мы моделируем различные электрические цепи.

Модель — это образ какого-то объекта или процесса, соответствующий ему по каким-либо характеристикам. Разрабатывается модель для выполнения каких-либо действий, чтобы понять, какая реакция будет у смоделированного объекта в зависимости от тех или иных влияний на него [14].

Для модели характерны следующие свойства:

1. *Неполнота*. Свойства модели всегда неполно отражают свойства реального объекта, в отношении которого выполнено моделирование, так как некоторые характеристики объекта отбрасывают за ненадобностью.

2. *Адекватность*. Это свойство модели соответствовать по прогнозируемости смоделированному объекту. Данное свойство модели тоже имеет относительный характер, так как моделируют не все свойства объекта и, соответственно, идеально адекватную модель построить невозможно.

3. *Потенциальность*. Это свойство говорит о возможности получения при построении модели каких-то новых знаний.

Модель служит для осуществления тех исследований, проведение которых с реальным объектом сложно или вообще невозможно.

Виды и взаимосвязь моделей представлены на рис. 3.

Когнитивная модель указывает на процесс содержания мышления как на причину психологических проблем. Когнитивная модель — это образ, который представляет перед собой исследователь, формируя у себя в сознании объект.

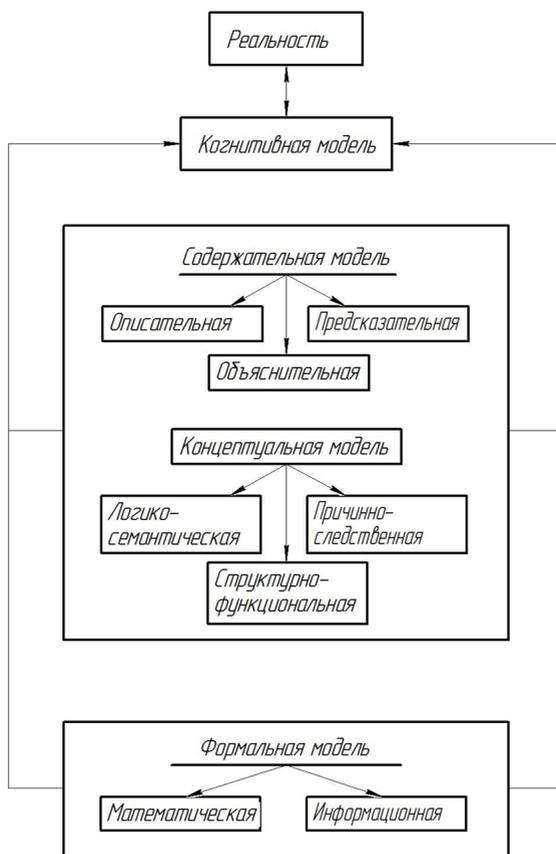


Рис. 3. Виды моделей и их взаимосвязь

Представление когнитивной модели на естественном языке называется содержательной моделью [14].

Содержательная модель может быть описательной, объяснительной или предсказательной. Описательная модель представляет собой какое-либо описание объекта. Объяснительная модель формируется для ответа на вопрос: почему происходит что-либо? Предсказательная модель выполняется для прогнозирования чего-то.

Концептуальной моделью называется содержательная модель, построенная на основе какой-либо общепринятой теории. Концептуальная модель может быть трех видов: логико-семантическая, структурно-функциональная и причинно-следственная.

Логико-семантическая модель строится на базовой теории и логике, используя принятые термины и определения.

В структурно-функциональной модели систему разбивают на части и рассматривают взаимосвязь этих внутренних частей, выполняют алгоритмы, строят диаграммы и так далее.

Причинно-следственную модель строят для выявления закономерностей внутри, прогнозирования того или иного явления.

Формальная модель является представлением концептуальной модели при помощи формальных языков. Этими языками могут быть математические теории, физические теории, язык алгоритмирования.

Формы представления моделей могут быть различными. Наиболее распространенными являются следующие.

1. Инвариантная. В этой форме модель представляется математическим языком независимо от метода решения модели.

2. Аналитическая. В этом случае модель представляется в виде аналитического решения исходных параметров или уравнений.

3. Графическая. В данной форме модель представляется графическим способом, например в виде графов или диаграмм.

4. Алгоритмическая. В этом случае модель представляется в виде какого-то алгоритма.

5. Аналоговая. В этой форме модель представляется аналогично выбранной известной модели, имеющей иную природу, но подходящей по описанию для описываемого случая.

6. Физическая: модель представляется в виде уменьшенных копий существующих процессов, предметов или механизмов.

Математическое моделирование – это наиболее удобное моделирование, где за основу берутся математические описания, а исследование проводится математическими методами.

Математическая модель может быть рассмотрена как некий оператор A , являющийся алгоритмом или описываемый совокупностью уравнений. Уравнения могут быть линейными, нелинейными, обыкновенными дифференциальными уравнениями (ОДУ), системами ОДУ, дифференциальными уравнениями в частных производных (ДУЧП), интегро-дифференциальными уравнениями (ИДУ) и так далее. Классификация представлена на рис. 4 [14].

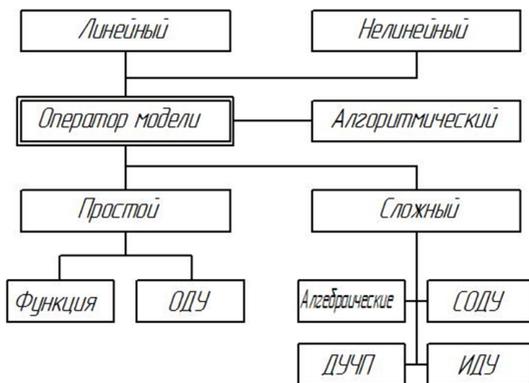


Рис. 4. Классификация математических моделей

При линейной математической модели оператор обеспечивает линейную зависимость функции Y от аргумента X . Для анализа такие линейные модели очень удобны.

Линейная зависимость характерна для простых объектов. Сложные системы описываются нелинейными зависимостями, имеющими несколько решений и характеристик. Описанием и решением нелинейных зависимостей долгие годы занимаются различные ученые и, соответственно, есть масса подходов к решению различных нелинейных зависимостей.

Простые модели чаще всего являются результатом каких-либо экспериментов. Изначально выдвигается гипотеза о характеристике поведения того или иного объекта или действия, которая описывается математической моделью. Далее проводятся лабораторные или другие исследования поведения объекта. После выполнения исследований гипотеза либо подтверждается, либо отклоняется. И этот алгоритм повторяется до тех пор, пока гипотеза не подтвердится в той или иной степени.

Простые модели часто используют в курсах физики (законы Ома, Гука и так далее). Также в металлообработке имеют место эмпирические зависимости — это те, которые выведены опытным путем, например при определении скорости резания при той или иной обработке резанием [15].

Модели, где применяются дифференциальные зависимости или интегральные уравнения, не являются простыми моделями, но

в некоторых случаях их можно привести к простым. Так может быть при возможности аналитического решения такой модели или при аппроксимации сложной модели в простую. Методов аппроксимации существует достаточно большое количество.

Линейное уравнение первого порядка в общем виде описывается как

$$Ax + By + C = 0, \quad (1)$$

где A и B – постоянные, которые не равны нулю одновременно.

Выразим из уравнения (1) переменную y , тогда получим:

$$y = -\frac{A}{B}x - \frac{C}{B}.$$

Введем следующие обозначения:

$$k = -\frac{A}{B};$$

$$b = -\frac{C}{B}.$$

Тогда получим следующее выражение:

$$y = kx + b. \quad (2)$$

Анализируя уравнение (2), видим, что точка $N(0; b)$ является точкой пересечения графика с осью Oy , поэтому коэффициент k называют угловым коэффициентом прямой ($k = \operatorname{tg} \alpha$). Уравнение (2) называют уравнением прямой с угловым коэффициентом [18].

Если заданы две точки в пространстве с координатами $P_1(x_1; y_1)$ и $P_2(x_2; y_2)$, то уравнение прямой, проходящей через эти точки, будет иметь вид

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}.$$

Пример 1. Пусть имеется прямая, описываемая уравнением

$$3x - 5y = -9.$$

Разделим обе части уравнения на -9 и получим:

$$\frac{3x}{-9} - \frac{5y}{-9} = 1;$$
$$-\frac{x}{3} + \frac{y}{5/9} = 1.$$

Если известна только одна точка, через которую проходит прямая $P(x_0; y_0)$, и задан угловой коэффициент этой прямой k , то уравнение этой прямой будет выглядеть так:

$$y - y_0 = k(x - x_0). \quad (3)$$

Если обе части уравнения $Ax + By + C = 0$ умножить на число $\mu = \pm \frac{1}{\sqrt{A^2+B^2}}$, называемое нормирующим множителем, то получим нормальное уравнение прямой:

$$x \cos \varphi + y \sin \varphi - p = 0. \quad (4)$$

В этом уравнении p — длина перпендикуляра, опущенного из начала координат на прямую, а угол φ является углом, образованным этим перпендикуляром с положительным направлением оси Ox . Знаки «+» или «-» в этом выражении нужно принимать так, чтобы $\mu C < 0$.

Пример 2. Имеется следующее уравнение прямой линии:

$$4x - 3y - 75 = 0.$$

Необходимо найти уравнение нормали.

Вычислим значение нормирующего множителя:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{4^2 + (-3)^2}} = \frac{1}{5}.$$

Следовательно,

$$\cos \varphi = \frac{4}{5}; \quad \sin \varphi = -\frac{3}{5}; \quad p = \frac{75}{5} = 15.$$

Таким образом, уравнение искомой прямой, согласно формуле (4), будет иметь вид

$$\frac{4}{5}x - \frac{3}{5}y - 15 = 0.$$

Вычисление угла между прямыми линиями на плоскости.

Даны уравнения двух прямых линий (рис. 5) с угловыми коэффициентами:

$$y = k_1x + b_1;$$

$$y = k_2x + b_2.$$

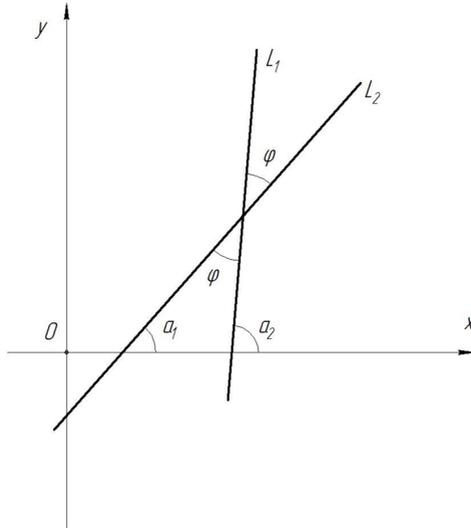


Рис. 5. Пересекающиеся прямые линии

Необходимо найти угол φ , на который надо повернуть в положительном направлении первую прямую вокруг точки пересечения до совпадения со второй прямой:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{k_2 - k_1}{1 + k_1 k_2}. \quad (5)$$

Так как эти две прямые перпендикулярны, тогда $\varphi = \pi/2$, отсюда

$$\operatorname{ctg} \varphi = \frac{1 + k_1 k_2}{k_2 - k_1} = 0.$$

Следовательно,

$$1 + k_1 k_2 = 0 \text{ и } k_1 = -\frac{1}{k_2}.$$

Если же прямые линии параллельны, то $\varphi = 0$.

Отсюда $k_2 - k_1 = 0$, а значит, $k_1 = k_2$.

Вычисляем расстояние от точки до прямой.

Если задана точка $P(x_0; y_0)$, то расстояние от нее до прямой линии $Ax + By + C = 0$ определяется следующим выражением [18]:

$$d = \frac{|Ax_0 + By_0 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}. \quad (6)$$

При построении математической модели используются дедуктивный и индуктивный принципы.

В первом случае построение модели процесса, объекта или явления сводится к известному закону, который уже доказан и широко используется. Например, при моделировании свободного падения какого-либо тела берется известный закон Ньютона и принимается модель равноускоренного движения для малого промежутка времени.

Во втором случае анализируются ситуации и выдвигаются гипотезы. В этом случае широко используются принципы подобия, сравнения. Выдвигаются предположения поведения какой-либо системы аналогично уже описанной ранее, известной и изученной. Примером может являться описание строения атома.

Этапы построения математической модели представлены на рис. 6.

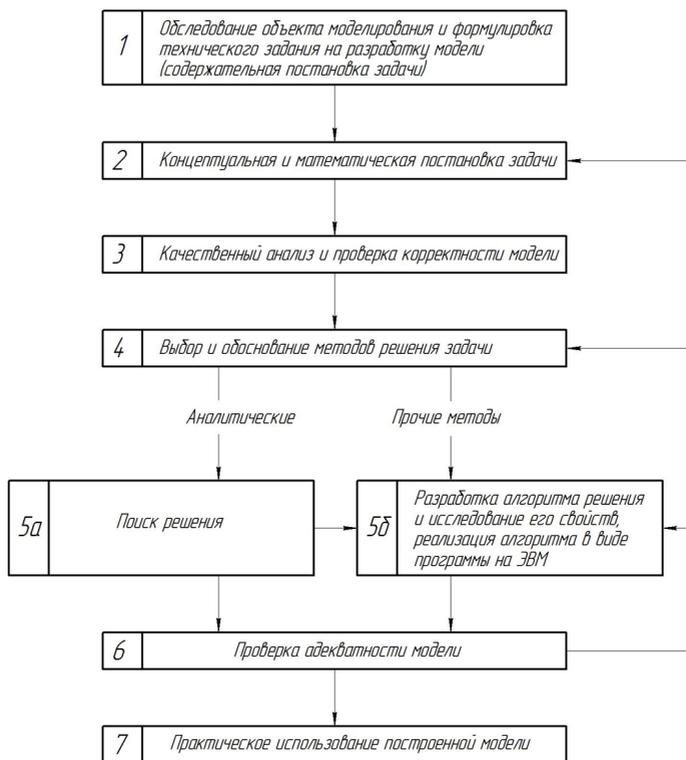


Рис. 6. Этапы построения математической модели

Существует несколько подходов к разработке математических моделей.

Использование фундаментальных законов природы. Данный принцип очень распространен и заключается в использовании уже известных законов, которые доказаны и широко применяются для описания поведения моделируемой системы.

Вариационные принципы. Данный подход заключается в применении различных вариаций, являющихся утверждениями при описании системы. Здесь основанием для выбора вариантов служат определенные условия.

Применение принципов аналогичности. Этот подход применим в случаях, когда для описания системы невозможно подобрать ни один из вышеописанных методов. Причин может быть много, например невозможность описать явление известным законом, потому что его еще не вывели (не открыли), и в связи с этим описать систему математически тоже не представляется возможным.

Иерархический подход. Этот подход применяется, когда имеется сложная система, которую можно описать несколькими законами. Существуют сложные и простые законы. В итоге сложная задача сводится к нескольким простым задачам. При данном методе моделирования необходимо учитывать взаимосвязь применяемых характеристик системы.

Блочный принцип. В этом случае исследуемая сложная система представляется состоящей из отдельных блоков, отражающих поведение системы в тех или иных случаях. В итоге представление описываемой системы ведется в виде совокупности математических описаний различных блоков.

Рассмотрим, как происходит построение математической модели процесса механической обработки точением для оптимизации режимов резания.

Обработка одной и той же заготовки для изготовления детали с заданными параметрами качества может вестись на различных режимах, обозначенных многими справочниками по выбору режимов обработки. Для оптимизации параметров обработки целевой функцией чаще всего выступает производительность процесса. При наибольшей производительности время, затрачиваемое на об-

работку, принимает меньшие значения, что отражается на себестоимости изготовления деталей.

Построим математическую модель процесса токарной обработки для оптимизации параметров резания. Задания для выполнения этой задачи – в прил. В.

Для таких операций лезвийной обработки, как точение, фрезерование, сверление и так далее, основное время операции рассчитывается зависимостью [17]:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n}, \quad (7)$$

где L – суммарная длина пути, проходимая инструментом с рабочей подачей, мм; S – величина подачи инструмента, мм/об; n – частота вращения заготовки при точении либо инструмента при сверлении и фрезеровании, мин^{-1} .

Тогда функция оценки будет выглядеть так:

$$F = \frac{K}{n \cdot S} \Rightarrow \min, \quad (8)$$

где K – коэффициент, который не зависит от параметров обработки.

Из зависимости (8) видно, что F будет минимальной при максимальном произведении $n \cdot S$.

Параметры режимов резания не ограничиваются частотой и подачей, поэтому оптимизировать режимы обработки можно по трем и более параметрам.

Разберем случай оптимизации режимов обработки на примере операции точения вала.

Первые ограничения, которые следует учитывать, будут связаны с параметрами станка. Станок имеет наибольшую $n_{\text{max.ст}}$ и наименьшую $n_{\text{min.ст}}$ частоту вращения шпинделя, поэтому

$$n_{\text{min.ст}} \leq n \leq n_{\text{max.ст}}. \quad (9)$$

Аналогичное ограничение связано с цепью подач станка:

$$S_{\text{min.ст}} \leq S \leq S_{\text{max.ст}}. \quad (10)$$

Мощность резания не должна превышать максимально возможную мощность электродвигателя станка, умноженную на коэффициент, связанный с потерями мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta. \quad (11)$$

Для практических расчетов можно применять $\eta = 0,75...0,85$.

Осевая составляющая силы резания ограничивается прочностью механизма подачи станка:

$$P_x \leq [P_{\text{мех}}], \quad (12)$$

где $[P_{\text{мех}}]$ – допускаемое усилие, рассчитанное по наиболее слабому звену привода подач.

Следующие ограничения связаны со стойкостью и прочностью режущего инструмента.

Сила резания не должна превышать параметры жесткости и прочности токарного резца:

$$P_z \leq \frac{B \cdot H \cdot [\sigma_{\text{изг}}]}{6 \cdot l_p}, \quad (13)$$

где $B \cdot H$ – ширина и высота державки резца в прямоугольном сечении, мм; $[\sigma_{\text{изг}}]$ – допускаемое напряжение на изгиб державки резца, МПа; l_p – вылет резца, мм.

Для практических расчетов можно принимать следующие значения: $[\sigma_{\text{изг}}] = 200$ МПа; $l_p \leq 2H$.

По допустимой стреле прогиба сила резания ограничивается жесткостью резца зависимостью

$$P_z \leq \frac{3 \cdot E \cdot J_z \cdot [f_p]}{l_p^3}, \quad (14)$$

где E – модуль упругости материала, из которого изготовлена державка резца; J_z – осевой момент инерции сечения державки резца; $[f_p]$ – допустимая величина стрелы прогиба резца, мм.

Стойкость режущего инструмента ограничивает допустимую скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \leq \frac{C_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}} \cdot K_v, \quad (15)$$

где T – стойкость инструмента, мин; m , X_v , Y_v , C_v и K_v – коэффициенты, связанные с условиями обработки; d – обрабатываемый диаметр заготовки, мм.

Следующая группа ограничений связана с обрабатываемой деталью.

Ограничение по жесткости обрабатываемой детали:

$$f_{\text{max}} \leq [f], \quad (16)$$

где f_{\max} – максимальная величина стрелы прогиба, мм; $[f]$ – допускаемая стрела прогиба, зависящая от качества точности.

При токарной обработке валов в центрах

$$f_{\max} = \frac{P_Y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_Y}, \quad (17)$$

где P_Y – радиальная составляющая силы резания, Н; $J_Y = 0,05 \cdot d^4$ – осевой момент инерции, м⁴; E – модуль упругости материала заготовки, Па.

При токарной обработке валов, закрепленных в патрон и поджатых задним центром,

$$f_{\max} = \frac{P_Y \cdot l^3}{6 \cdot E \cdot J_Y}. \quad (18)$$

При токарной обработке валов, закрепленных в патрон без использования заднего центра,

$$f_{\max} = \frac{P_Y \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J_Y}. \quad (19)$$

Ограничение, связанное с шероховатостью обрабатываемой поверхности:

$$S \leq \sqrt[3]{\frac{R_Z \cdot r^Y}{C}}, \quad (20)$$

где S – подача инструмента, связанная с допустимой шероховатостью обрабатываемой поверхности, мм/об; R_Z – максимальная шероховатость, мкм; r – радиус при вершине резца, мм; X, Y, C – коэффициенты, связанные с условиями обработки.

Пример 3. Провести математическое моделирование процесса резания и определить оптимальные режимы резания ($n_{\text{опт}}, S_{\text{опт}}$).

Таблица 1

Исходные данные

№ п/п	Исходный параметр	Значение
1	Операция	Токарная, наружное цилиндрическое точение
2	Тип обрабатываемой детали	Вал
3	Диаметр обработки d	40 мм
4	Длина обработки l	400 мм

№ п/п	Исходный параметр	Значение
5	Обрабатываемый материал	Сталь 45, $\sigma_b = 600$ МПа
6	Глубина резания t	1,5 мм
7	Требуемая шероховатость R_z	40 мкм
8	Частота вращения шпинделя станка	16...2000 мин ⁻¹
9	Продольная подача $S_{пр}$	0,025...2,8 мм/об
10	Мощность электродвигателя привода продольных подач	5,5 кВт
11	Параметры резца	T15K6, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$; $\gamma = 0$; $\lambda = 0$
12	Размеры сечения державки резца $B \times H$	16 × 20 мм

Решение. Определяем технические ограничения и формируем из них систему линейных уравнений или неравенств совместно с целевой функцией процесса обработки в обозначенных условиях.

1. Ограничение по мощности резания (11):

$$N_{рез} \leq N_{дв} \cdot \eta.$$

Мощность резания определим по формуле

$$N_{рез} = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 102} \quad (21)$$

Силу резания определим по формуле

$$P_Z = C_{P_Z} \cdot t^{x_{P_Z}} \cdot S^{y_{P_Z}} \cdot V^{n_{P_Z}} \cdot K_p. \quad (22)$$

Подставим соответствующие параметры из зависимостей (15), (21) и (22) в формулу (11) и получим:

$$S^{y_{P_Z}} \cdot n^{1+n_{P_Z}} \leq \frac{6120 \cdot (1000)^{1+n_{P_Z}} \cdot N_{дв} \cdot \eta}{C_{P_Z} \cdot (\pi)^{1+n_{P_Z}} \cdot t^{x_{P_Z}} \cdot d^{1+n_{P_Z}} \cdot K_p}. \quad (23)$$

Используя справочные данные [19], примем для нашего случая:

$$C_{P_Z} = 300; x_{P_Z} = 1; y_{P_Z} = 0,75; n_{P_Z} = -0,15; K_p = 1; \eta = 0,85.$$

Подставляя выбранные коэффициенты в (23), получим:

$$S^{0,75} \cdot n^{0,85} \leq \frac{6120 \cdot (1000)^{0,85} \cdot 5,5 \cdot 0,85}{300 \cdot (3,14)^{0,85} \cdot 1,5 \cdot (40)^{0,85} \cdot 1}.$$

Упростив, получим:

$$S^{0,75} \cdot n^{0,85} \leq 556. \quad (24)$$

Для придания этому уравнению линейного вида выполним логарифмирование неравенства (24):

$$0,75 \ln S + 0,85 \ln n \leq \ln 556. \quad (25)$$

Обозначим

$$x_1 = \ln n; x_2 = \ln 100S. \quad (26)$$

Здесь умножение значения подачи S на 100 применяется во избежание отрицательных значений подач при $S < 1$ мм/об.

Тогда ограничение по мощности резания примет вид

$$\begin{aligned} 0,85x_1 + 0,75x_2 &\leq \ln(556 \cdot 100^{0,75}). \\ 0,85x_1 + 0,75x_2 &\leq 9,775. \end{aligned} \quad (27)$$

Теперь разберем ограничение по скорости резания, связанное со стойкостью режущего инструмента, выраженное неравенством (15):

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \leq \frac{C_V}{T^m \cdot t^{x_V} \cdot S^{y_V}} \cdot K_V.$$

Выразим n и S :

$$n \cdot S^{y_V} \leq \frac{1000 \cdot C_V \cdot K_V}{\pi \cdot d \cdot T^m \cdot t^{x_V}}. \quad (28)$$

Используя справочные данные [19], представленные в прил. Е, примем для нашего случая:

$$C_V = 350; K_V = 1; T = 60 \text{ мин}; x_V = 0,15; y_V = 0,35; m = 0,2.$$

$$\begin{aligned} n \cdot S^{0,35} &\leq \frac{1000 \cdot 350 \cdot 1}{3,14 \cdot 40 \cdot (60)^{0,2} \cdot (1,5)^{0,15}}. \\ n \cdot S^{0,35} &\leq 1154,15. \end{aligned} \quad (29)$$

Выполним логарифмирование и замену (26). Тогда получим:

$$\begin{aligned} x_1 + 0,35x_2 &\leq \ln(1154,15 \cdot 100^{0,35}). \\ x_1 + 0,35x_2 &\leq 8,663. \end{aligned} \quad (30)$$

Рассмотрим ограничение, связанное с прочностью державки режущего инструмента.

Подставим в неравенство (14) выражения из формул (15) и (22), тогда получим третье ограничение, описываемое неравенством

$$n^{n_{Pz}} \cdot S^{y_{Pz}} \leq \frac{B \cdot H^2 \cdot [\sigma_{изг.}]}{6 \cdot l_p \cdot C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot K_p} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d}{1000} \right)^{-n_{Pz}}. \quad (31)$$

В это неравенство подставим имеющиеся значения известных величин. Тогда получим:

$$n^{-0,15} \cdot S^{0,75} \leq \frac{16 \cdot 20^2 \cdot 20}{6 \cdot 40 \cdot 300 \cdot 1,5} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 40}{1000} \right)^{0,15}.$$

Выполнив вычисления, получим:

$$n^{-0,15} \cdot S^{0,75} \leq 0,8683.$$

Выполним логарифмирование и замену (26). Тогда получим:

$$-0,15x_1 + 0,75x_2 \leq \ln(0,8683 \cdot 100^{0,75}).$$

$$-0,15x_1 + 0,75x_2 \leq 3,313. \quad (32)$$

Рассмотрим ограничение, связанное с жесткостью обрабатываемой детали.

Найдем отношение длины детали к ее диаметальному размеру:

$$\frac{l}{d} = \frac{400}{40} = 10,$$

следовательно, расчет будем вести по жесткости детали [19].

Подставив в неравенство (14) необходимое выражение для определения наибольшей стрелы прогиба, получим:

$$\frac{P_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} \leq [f]. \quad (33)$$

Радиальная составляющая силы резания равна

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot S^{y_{Py}} \cdot V^{n_{Py}} \cdot K_p. \quad (34)$$

Подставим в неравенство (33) выражения (34) и (15) и выполним преобразование. Тогда получим:

$$n^{n_{Py}} \cdot S^{y_{Py}} \leq \frac{[f] \cdot 48 \cdot E \cdot J_y}{C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot K_p \cdot l^3} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d}{1000} \right)^{-n_{Py}}. \quad (35)$$

Из справочных данных [20], представленных в прил. Д, получим:

$$C_{Py} = 243; x_{Py} = 0,9; y_{Py} = 0,6; n_{Py} = -0,3.$$

Для чистового точения по 9-му качеству точности принимаем $[f] = 0,15$ мм/м. При длине детали $l = 400$ мм = 0,4 м получим:

$$[f] = 0,15 \cdot 0,4 = 0,06 \text{ мм.}$$

Выполним расчеты по аналогии с предыдущими случаями. В итоге получим четвертое ограничение:

$$-0,3x_1 + 0,6x_2 \leq 1,0298. \quad (36)$$

Рассмотрим ограничение по частоте вращения шпинделя. У выбранного станка модели 16К20В возможные частоты вращения шпинделя от 16 до 2000 мин⁻¹ (прил. Г):

$$\begin{aligned} \ln 16 \leq x_1 \leq \ln 2000. \\ 2,773 \leq x_1 \leq 7,60. \end{aligned} \quad (37)$$

Рассмотрим ограничение по минимальной и максимальной подаче режущего инструмента, исходя из возможностей оборудования (прил. Г):

$$\begin{aligned} 0,025 \leq S \leq 2,8. \\ \ln 100 \cdot 0,025 \leq x_2 \leq \ln 100 \cdot 2,8. \\ 0,916 \leq x_2 \leq 5,635. \end{aligned} \quad (38)$$

Рассмотрим ограничение по шероховатости обрабатываемой поверхности (20). Примем $R_z = 40$ мкм = 0,04 мм, $r = 1,5$ мм:

$$S \leq \left(\frac{0,04 \cdot 1,5^{0,75}}{0,21} \right)^{\frac{1}{1,07}} = 0,2821 \text{ мм/об.}$$

$$\begin{aligned} x_2 \leq \ln 100 \cdot 0,2821. \\ x_2 \leq 3,34. \end{aligned} \quad (39)$$

Ограничения (27), (30), (32), (36)–(39) вместе с целевой функцией

$$f = n \cdot S \Rightarrow x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

образуют математическую модель токарной обработки вала при заданных условиях:

- 1) $0,85x_1 + 0,75x_2 \leq 9,775.$
- 2) $x_1 + 0,35x_2 \leq 8,663.$
- 3) $-0,15x_1 + 0,75x_2 \leq 3,313.$
- 4) $-0,3x_1 + 0,6x_2 \leq 1,0298.$
- 5) $x_1 \leq 2,773.$
- 6) $x_1 \leq 7,60.$

7) $x_2 \leq 0,916$.

8) $x_2 \leq 5,635$.

9) $x_2 \leq 3,34$.

10) $x_1 + x_2 \rightarrow \max$.

Решение полученной системы даст возможность найти максимальную сумму возможных значений x_1 и x_2 и, следовательно, оптимальные параметры режимов резания $n_{\text{опт}}$ и $S_{\text{опт}}$.

Данная задача решается несколькими способами. Для большей наглядности применим графический способ решения этой задачи.

В прямоугольной системе координат решения уравнений полученной системы представляют собой полуплоскости (рис. 7). В итоге получаем треугольник ABC , который заштрихован на рисунке, где существует множество точек, отвечающих всем условиям.

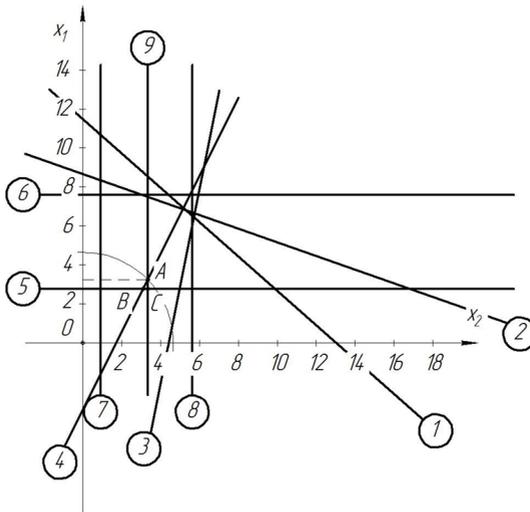


Рис. 7. Графическое решение задачи 3

Оптимальными же являются не все решения, а те, которые наиболее удалены от начала координат, так как имеется условие (10).

Для того чтобы найти искомое оптимальное решение, необходимо провести окружность из начала координат на те точки, которые могут быть максимально удалены от начала координат. Выполнив это, мы видим, что максимальный радиус у данной окружности

будет тогда, когда она будет проходить через точку A . Значит, это и будут оптимальные режимы при обозначенной обработке.

На рисунке видно, что точка A является пересечением прямых 4 и 9, имеющих следующие функции:

$$-0,3x_1 + 0,6x_2 - 1,0298 = 0.$$

$$x_2 = 3,34.$$

Решение данной системы и будет являться искомыми параметрами.

Подставим выражение x_2 в первое уравнение системы:

$$-0,3x_1 + 0,6 \cdot 3,34 - 1,0298 = 0.$$

Решая это уравнение с одной неизвестной, получим:

$$x_1 \approx 3,25.$$

$$n_{\text{опт}} = e^{x_1} = 2,7183^{3,25} \approx 25,79 \text{ мин}^{-1}.$$

$$S_{\text{опт}} = \frac{1}{100} e^{x_2} = \frac{2,7183^{3,34}}{100} \approx 0,28 \text{ мм/об.}$$

В некоторых случаях из-за ограничений теоретических моделей не представляется возможным получение некоторых данных. Тогда возможно применение вычислительного эксперимента. Отличительные особенности вычислительного эксперимента и лабораторного представлены на рис. 8.

<i>Вычислительный эксперимент</i>	<i>Лабораторный эксперимент</i>
<i>Модель</i>	<i>Образец</i>
<i>Программа для ЭВМ</i>	<i>Физический прибор</i>
<i>Тестирование программы</i>	<i>Калибровка</i>
<i>Расчет</i>	<i>Измерение</i>
<i>Анализ данных</i>	<i>Анализ данных</i>

Рис. 8. Отличительные особенности вычислительного эксперимента и лабораторного

Вычислительные эксперименты стали популярным инструментом в эпоху появления мощных вычислительных машин (компьютеров). Задачей вычислительного эксперимента является получение различных данных об объекте экспериментально, на основе мате-

математической модели на ЭВМ, а затем выводов о свойствах изучаемого объекта. В основу вычислительного эксперимента положено проектирование системы «модель – алгоритм – программа». При наличии этой системы можно приступить к проведению вычислительного эксперимента.

Вычислительный эксперимент является циклическим процессом, который можно представить в виде схемы, представленной на рис. 9.

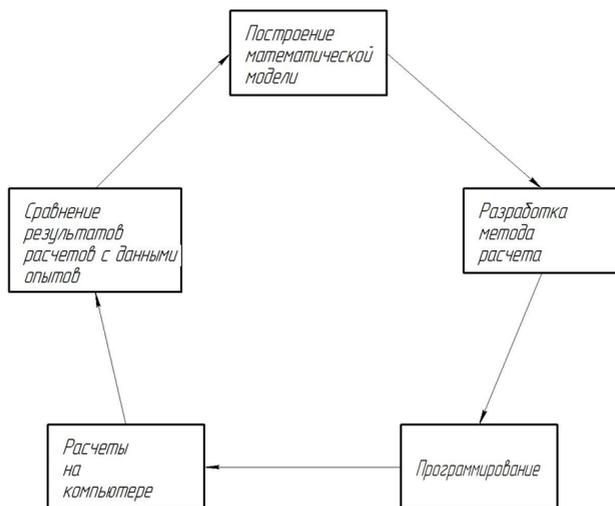


Рис. 9. Схема цикла вычислительного эксперимента

На первом этапе вычислительного эксперимента выполняется построение математической модели объекта исследования. Далее разрабатывается алгоритм действий над математической моделью. Это могут быть математические вычисления, логические операторы и другие действия. Третьим этапом является создание компьютерной программы. Здесь необходимо выбрать программное обеспечение для программирования и выполнить программу, используя коды или языки программирования. После этого следуют тестовые испытания для адекватности получения данных. Далее проводится вычислительный эксперимент. Затем обрабатывают полученные данные и выясняют их разумность и надежность. Если необходимо, вносятся коррективы в один из этапов, и цикл проводится заново.

Преимущества вычислительного эксперимента:

- 1) проведение исследования возможно без создания какой-либо установки;
- 2) имеется возможность исследования каждой отдельной характеристики объекта;
- 3) имеется возможность исследования процесса, который вообще нереализуем на практике.

В случае когда по каким-либо причинам невозможно выполнить исследование реального объекта или процесса, применяют так называемое имитационное моделирование. Такая модель имитирует объект, и над этой моделью проводят исследования. Важно понимать, что модель будет имитировать только те свойства, которые заложены в ней, а не все свойства объекта.

Примерный алгоритм построения имитационной модели с помощью компьютерного программного обеспечения представлен на рис. 10 [16].

На первом этапе собираются исходные данные об объекте и выполняется описание объекта моделирования. Далее описывается проблемная ситуация, обосновывается необходимость моделирования и ставится цель.

На втором этапе разрабатывается концептуальная модель. Здесь составляется алгоритм действия модели, взаимодействие ее модулей, ведется определение целевых функций.

Третьим этапом является формализация модели на основе предыдущего этапа для перевода модели в компьютерную программу.

На четвертом этапе имитационного моделирования проводится выбор программного обеспечения для составления программы. Здесь необходимо четко понимать те или иные особенности выбираемого программного обеспечения.

Пятый этап – это программирование модели в соответствии с ее параметрами и разработанным алгоритмом.

Шестой этап представляет собой подготовку исходных данных. Этот этап выделен вследствие того, что эксперимент должен быть выполнен на достоверных, точных, выверенных данных.

На седьмом этапе ведется тестирование и проверка модели. Если выходные данные не соответствуют логике или неадекватны,

то корректируют модель или программу, повторяя некоторые предыдущие этапы.

Восьмой этап – компьютерный эксперимент с выбором методов обработки получаемых данных.

Последним, девятым этапом является обработка полученных данных об объекте, проводится интерпретация этих данных и выполнение соответствующих выводов.

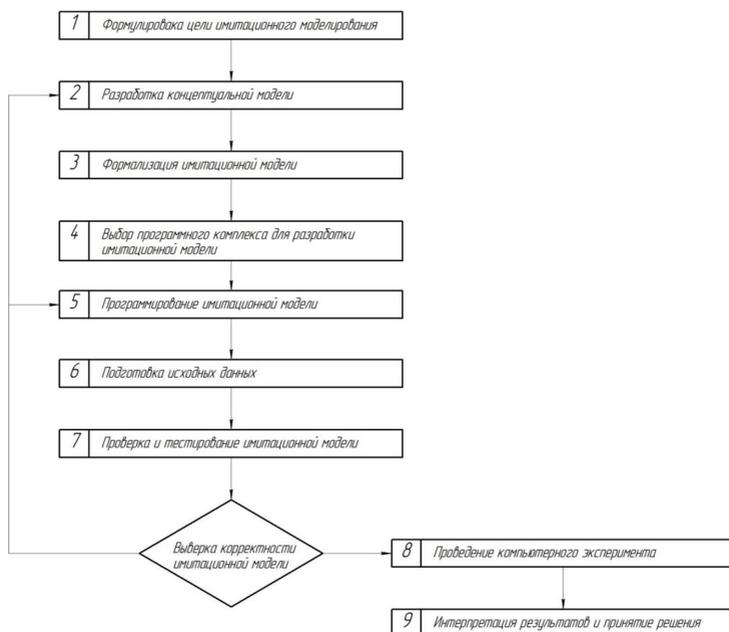


Рис. 10. Этапы построения имитационной модели

6. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА) 3

В ходе выполнения данной практики необходимо провести научно-прикладные исследования объекта или процесса, рассматриваемого в ходе диссертационного исследования, путем решения практических научно-технических задач.

В случае если исследование носит исключительно прикладной характер и направлено на создание нового технического решения, то в ходе выполнения данной практики необходимо осуществить его проектирование.

Выполнение научно-прикладных исследований подразумевает проведение соответствующих решаемой научно-технической задаче экспериментальных исследований.

В ходе проведения экспериментальных исследований решаются задачи, связанные с выполнением проверки выдвинутых гипотез или полученных закономерностей.

Эксперимент представляет собой набор опытов с фиксацией их результатов, воспроизводящих исследуемое физическое явление или поведение технического объекта при условиях заданных воздействий.

Одним из важнейших этапов проведения эксперимента является его планирование. Выполнение данного этапа позволяет сократить количество опытов без потери точности и достоверности получаемых результатов, а также повысить информативность каждого отдельно взятого опыта. В ходе планирования эксперимента необходимо:

- определить класс моделируемой системы (статическая, динамическая, детерминированная, стохастическая и так далее);
- определить количество опытов, обеспечивающих необходимую статистическую точность оценки изучаемых характеристик;
- определить время наблюдения за функционированием системы;
- выбрать режим работы системы (нестационарный или стационарный).

Построение плана эксперимента проводится в соответствии с определенной методикой. Рассмотрим более подробно методику

построения плана эксперимента, предлагаемую в литературе [24; 25; 26].

Для построения плана эксперимента используется факторное пространство, которое представляет собой параметры модели как внешние, так и внутренние, значения которых могут варьироваться в ходе проведения эксперимента. Значения факторов принято называть уровнями.

Различают верхний и нижний уровни, которые располагаются симметрично относительно некоторого нулевого уровня. Точка факторного пространства, соответствующая уровню ноль для всех факторов, является центром плана.

Число J является интервалом варьирования, если при его прибавлении к нулевому уровню достигается верхний уровень, а при вычитании достигается нижний.

Проведение эксперимента рационально строить относительно одной наблюдаемой переменной Y , которая является выходным параметром. В случае, когда результаты эксперимента будут использоваться для принятия решения, наблюдаемая переменная будет являться показателем эффективности и складываться из двух составляющих:

$$Y = f(x) + e(x), \quad (40)$$

где $f(x)$ – функция отклика; $e(x)$ – функция ошибки эксперимента.

Точность измерений определяется дисперсией наблюдаемой переменной D_y , которая равна дисперсии ошибки D_e . Дисперсию наблюдаемой переменной принято называть *дисперсией воспроизводимости эксперимента*. В случае если она равно нулю, эксперимент называют *идеальным*.

Задача планирования имитационного эксперимента может состоять в выборе при фиксированном числе опытов из всех допустимых вариантов плана с наиболее достоверным значением функции отклика или в выборе при минимальном количестве опытов из всех допустимых вариантов плана с заданной точностью статистической оценки функции отклика.

При проведении опытных исследований эксперимент называется *активным*, если возможно варьировать уровни факторов. Если такая возможность отсутствует, эксперимент называется *пассивным*.

Пассивный эксперимент представляет собой лабораторный эксперимент, эксперимент на пилотной установке, а также промышленный эксперимент, который выполняется путем сбора опытных данных в режиме эксплуатации промышленной установки. При пассивном эксперименте проводится большое количество опытных исследований, в ходе которых поочередно варьируются входные переменные \bar{x} и проводится анализ результатов измерений выходной переменной y .

В данном случае наиболее важным этапом при обработке результатов является определение уравнения регрессии. Вид уравнения определяется по характеру изменения переменных на основе графика эмпирической линии регрессии, построенной по выборке экспериментальных данных.

Эффективно решить данную задачу можно в случае для одной входной переменной x с преобразованием системы координат для входной и для выходной переменных. В случае наличия большого числа входных переменных не существует методов, дающих надежный результат определения вида уравнения регрессии.

Активный эксперимент имеет заранее составленный план проведения, который позволяет определить оптимальные условия его проведения и оптимизировать сам процесс планирования. Критерием оптимальности или целевой функцией в таком случае является выходная переменная \hat{y} .

Планирование и проведение активного эксперимента предполагает использование следующих понятий. Функция отклика – выходная переменная. Факторы – входные переменные. Факторное пространство – координатное пространство с координатами (x_1, x_2, \dots, x_k) . Поверхность отклика – геометрическое изображение функции отклика в факторном пространстве.

Активный эксперимент обладает следующими преимуществами. Во-первых, позволяет определить количество опытов, которое необходимо провести для получения результата. Во-вторых, можно определить конкретные точки проведения опытов в факторном пространстве. В-третьих, не нужно выбирать вид уравнения регрессии. В-четвертых, применяется экспериментально-статистический метод для определения оптимальных параметров процесса.

При планировании активного эксперимента следует учесть, что обработка результатов производится методами регрессионного и корреляционного анализа.

Рассмотрим более подробно основные положения планирования многофакторного эксперимента.

Схема объекта в процессе исследования приведена на рис. 11.

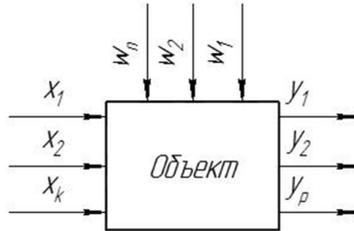


Рис. 11. Схема объекта в процессе исследования:
 x_k — управляющие параметры (факторы); y_p — выходные параметры (параметры состояния); w_n — возмущающие воздействия

Заметим, что в представленной схеме возмущающие воздействия носят случайный характер либо меняются во времени и не поддаются контролю. Область определения факторов x_k устанавливается до проведения эксперимента.

В конечном итоге проведение многофакторного эксперимента позволяет получить зависимость вида

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k). \quad (41)$$

Обычно данная функция представляется в виде полинома

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 \quad (42)$$

или

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{12}x_1x_2. \quad (43)$$

Значения области определения факторов x_k являются уровнями управляющего параметра. В случае построения аппроксимирующей функции для линейной модели необходимо вычислить интервал варьирования и основной интервал.

Интервал варьирования:

$$I = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}. \quad (44)$$

Основной интервал:

$$x_0 = \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2}. \quad (45)$$

На практике при планировании эксперимента вместо реальных уровней используют кодированные значения факторов, получаемые при помощи преобразования:

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j + x_{j0}}{I_j}, \quad (46)$$

где \tilde{x}_j – реальное значение фактора; x_{j0} – основной интервал; I_j – интервал варьирования.

После проведения преобразований на основном интервале кодированное значение будет находиться в границах ± 1 .

При числе факторов k при выполнении полного факторного эксперимента количество необходимых опытов N составит 2^k . В данном случае речь идет о линейной модели, поэтому число уровней принято равным 2. Построим матрицу планирования для проведения данного эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

Матрица планирования для проведения эксперимента

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4

Если число факторов увеличится, то каждая комбинация уровней исходной таблицы проявится дважды. Например, если количество факторов увеличится до трех, то матрица планирования для проведения данного эксперимента будет выглядеть, как представлено в табл. 3.

С целью расширения матрицы планирования можно использовать перемножение столбцов и чередование знаков.

Матрица планирования для проведения эксперимента
при увеличении количества факторов

Номер опыта	x_1	x_2	x_3	y
1	-1	-1	+1	y_1
2	+1	-1	+1	y_2
3	-1	+1	+1	y_3
4	+1	+1	+1	y_4
5	-1	-1	-1	y_5
6	+1	-1	-1	y_6
7	-1	+1	-1	y_7
8	+1	+1	-1	y_8

При планировании эксперимента также важно учесть свойства матрицы планирования. При построении отдельных столбцов матрицы учитываются симметричность относительно центра эксперимента и условие нормировки, при котором сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов. Матрица эксперимента должна отвечать ротатабельности, то есть в матрице значения факторов должны обеспечить одинаковую точность выходного параметра на равных расстояниях от нулевого уровня и не зависеть от направления. Совокупность столбцов должна отвечать следующему свойству:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \cdot x_{in} = 0 \text{ при } j \neq n. \quad (47)$$

Выполненные в соответствии с предлагаемой методикой научно-прикладные исследования объекта или процесса позволяют решить практические научно-технические задачи, рассматриваемые в ходе диссертационного исследования.

Как отмечалось, для исследований, направленных на создание нового технического решения, необходимо выполнить его проектирование.

На первом этапе проектирования нужно определить требования, предъявляемые к технической системе на основе проведенных

в ходе выполнения производственной практики (научно-исследовательская работа) 1 литературного обзора и производственной практики (научно-исследовательская работа) 2 патентного обзора.

Далее необходимо разработать функциональную и структурную схемы и алгоритмы функционирования проектируемой технической системы.

Функциональная схема представляет собой графическую схему, отражающую процессы и взаимодействие в цепях, связывающих между собой устройства, блоки, узлы и элементы проектируемой технической системы.

Структурная схема также представляет собой графическую схему, показывающую взаимосвязь составных частей или функций, представленных в виде блоков, соединенных линиями, и характеризующую их динамические свойства. При помощи данной схемы возможно изучение динамических свойств системы в случае такой необходимости, например, при проектировании автоматической системы управления. Основой для разработки структурной схемы является функциональная схема.

Алгоритмы функционирования представляют собой действия, осуществление которых в определенном порядке позволяет системе корректно выполнять свои функции. Как правило, алгоритм функционирования технической системы выполняется в виде блок-схемы.

Следующим этапом является разработка аппаратной части технической системы. Под аппаратной частью понимается набор технических средств, реализующих проектируемую техническую систему.

В состав аппаратной части входят как стандартные технические средства (персональные компьютеры, средства контроля, датчики, редукторы, подшипники и т. п.), так и оригинальные детали, узлы, механизмы и устройства.

В общем случае необходимо спроектировать компоновку предлагаемой технической системы. В случае необходимости – детализацию отдельных узлов, механизмов и устройств.

Проектирование аппаратной части технической системы рекомендуется выполнять с применением средств графического моделирования (CAD-систем) с созданием объемных моделей (3D-модели).

лей). В случае необходимости выполняются рабочие чертежи в виде сборочных чертежей и детализовок, а также спецификации к ним.

Затем необходимо подробно описать техническую систему и принципы ее функционирования, а также требования, предъявляемые к техническим средствам, входящим в ее состав. Возможно представление визуализации работы технической системы, выполненной на основе систем анимации средств графического моделирования.

На заключительном этапе проектирования технической системы необходимо оценить точность, стабильность и другие критически важные показатели работоспособности спроектированной технической системы. Данная задача решается в зависимости от имеющихся технических возможностей, а также степени реализации технической системы. В случае когда имеется реально действующий образец, необходимо провести соответствующие технические испытания. Если действующий образец отсутствует, то исследование системы производится с применением систем компьютерного моделирования (CAE-систем).

На основании полученной оценки показателей работоспособности системы с учетом специфики решаемой задачи необходимо сделать выводы о ее пригодности.

7. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА) 4

В ходе выполнения данной практики необходимо сформировать основные результаты выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Данный отчет строится на базе результатов всех предыдущих практик, которые студент прошел в процессе обучения, и обобщает их.

Основная часть отчета о прохождении производственной практики (научно-исследовательская работа) 4 должна содержать следующую информацию:

- актуальность и научная значимость настоящего исследования;
- объект исследования;
- предмет исследования;
- цель исследования;
- гипотеза исследования;
- задачи исследования;
- теоретико-методологическая основа исследования;
- методы исследования;
- опытно-экспериментальная база исследования;
- научная новизна исследования;
- теоретическая значимость исследования;
- практическая значимость исследования;
- личное участие автора в организации и проведении исследования;
- апробация и внедрение результатов работы;
- результаты, выносимые на защиту;
- основное содержание магистерской диссертации.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования должна отражать полезность изучения какой-то проблемы для удовлетворения экономических, социальных, научных или других потребностей общества.

Объект исследования представляет собой обширную область свойств, которые должны быть изучены. Например, технологический процесс, процесс автоматизации производства, производственные процессы и т. д.

Предмет исследования представляет собой частный случай исследования свойства объекта или совокупности его свойств, элементов, процессов и реализации явлений, связей, отношений. Например, продольное точение, алгоритмы функционирования автоматизированной системы контроля, транспортные операции и т. д.

Цель исследования должна отражать конечный результат выполнения работы, то есть на достижение какого результата направлены исследования. Цель исследования отражает тему работы и, как правило, начинается со слов: *разработать, выявить, обосновать, установить* и т. п.

Гипотеза исследования представляет собой предположение, которое направлено на подтверждение или опровержение явлений, процессов, фактов, не являющихся на данный момент достоверными.

Задачи исследования представляют собой перечисление этапов работы, позволяющих добиться цели. Задачи формулируются исходя из содержания основных этапов исследования. При этом выделяют наиболее крупные этапы без их излишнего дробления. Формулировка задач, как правило, начинается со слов: *исследовать, разработать, спроектировать, выявить закономерности, систематизировать, провести анализ* и т. п.

Теоретико-методологическая основа исследования представляет собой совокупность концепций, теорий, идей, лежащих в основе проводимого исследования. Как правило, указывается не весь перечень концепций, теорий и идей, используемых в работе, а только те, которые оказывают определяющее влияние на ее результаты. Не рекомендуется строить теоретико-методологическую основу исследований на базе противоречащих или оспаривающих друг друга научных позиций.

Методы исследования представляют собой совокупность операций, направленных на достижение цели исследования и заключающихся в определенной последовательности действий и приемов.

Опытно-экспериментальная база исследования — это данные, полученные в ходе экспериментальных опытов и проанализированные по специальной методике, на основе которых сделаны итоговые выводы. Опытно-экспериментальная база нужна в тех исследо-

ваниях, которые имеют экспериментально-практический характер. Рекомендуется для этого использовать данные, полученные студентами в ходе практической деятельности. В описании приводят условия эксперимента, место проведения и действия, которые выполняли экспериментаторы.

Научная новизна исследования заключается в формулировке неизвестных ранее знаний, выявленных теоретическим путем или в результате проведения экспериментов, проверенных и подтвержденных на практике. Научная новизна исследования должна отражать ценность результатов работы. В качестве научной новизны исследования могут быть указаны: новые полезные результаты, новый объект исследования, новые методы исследования, рассмотрение объекта в новых условиях, нестандартные методы решения задачи, нетрадиционные определения известного понятия, оригинальная классификация объектов исследования, впервые примененная методика, подтверждения собственной гипотезы, предложения по совершенствованию объекта, построение модели и т. п. Таким образом, научная новизна может содержаться в разных элементах исследования, отображать новую научную проблему, которая приводит к абсолютно новым решениям.

Теоретическая значимость исследования заключается в раскрытии новых связей, зависимостей, подходов, методик, а также в предложении новых или переосмыслении имеющихся данных о предмете и объекте исследования. В качестве теоретической значимости исследования могут быть указаны: освещение проблемы и постановка задачи, рассмотрение проблемы с ранее не изученной точки зрения, новые разработки в этой области, доказательство возможности оптимизации практического применения, вклад в развитие теории и дополнение имеющихся знаний, формирование стимула к продолжению поиска в данной области и т. п.

Практическая значимость исследований заключается в возможности использования результатов исследования в практической деятельности и отражает их прикладную ценность.

Личное участие автора в организации и проведении исследования отражает вклад автора в действия, которые он предпринял,

реализовал, и в результаты, которые были получены при его непосредственном участии.

Апробация и внедрение результатов работы отражают основные конференции, семинары и т. п., где докладывались результаты исследований, а также их внедрение на практике.

Результаты, выносимые на защиту, представляют собой результаты исследования, обладающие научной новизной, теоретической и практической значимостью. Положения, выносимые на защиту, должны быть сформулированы как конкретный результат проделанной работы. В качестве результатов, выносимых на защиту, рекомендуются: закономерности, механизмы, явления, следующие из результатов анализа; характеристики методик, обеспечивающих более эффективный способ исследования, позволяющих получать ранее недоступные сведения; новые свойства и эффективные характеристики материалов и технологий и т. п.

Основное содержание магистерской диссертации должно отражать результаты решения задач, поставленных для достижения цели.

Структура основного содержания представляет собой разделы, каждый из которых формирует законченное решение какой-либо задачи. Каждый из разделов может включать подразделы, направленные на решение подзадач. Не рекомендуется создавать многоуровневые структуры содержания, так как это усложняет восприятие информации.

В первом разделе, как правило, отражаются результаты литературного обзора по теме магистерской диссертации. Результатом данного раздела должна быть оценка состояния вопроса по тематике исследований, то есть обзор имеющихся теорий, концепций, подходов, направлений исследований и выводы о необходимости проведения исследований и их значимости с теоретической и практической точек зрения.

Во втором разделе чаще всего отражаются результаты анализа существующих технических решений по теме исследования на базе патентного поиска. Выполнение данного раздела позволяет определить уровень развития техники и имеющихся технических решений, ознакомиться с результатами новейших изобретений

и инноваций. Имеющиеся технические решения могут быть оценены путем сравнения их количественных, качественных показателей, а также на основе экспертных оценок. Кроме этого, в данном разделе отражаются недостатки существующих технических решений, пути решения технической задачи, патенты и авторские свидетельства, перспективы в разработке выбранной тематики.

В третьем разделе представляются результаты моделирования объекта или процесса, рассматриваемого в ходе исследования. В качестве результата могут быть представлены модели:

- в виде математического описания, в виде аналитического решения исходных параметров или уравнений;
- графическим способом (графы или диаграммы), в виде алгоритмов функционирования;
- в виде аналогично выбранной известной модели, имеющей иную природу, но подходящей по описанию для описываемого случая;
- в виде уменьшенных копий существующих процессов, предметов или механизмов.

В четвертом разделе необходимо представить результаты научно-прикладных исследований объекта или процесса, рассматриваемого в ходе диссертационного исследования. При этом приводится краткое описание проведенных экспериментальных исследований, соответствующих решаемой научно-технической задаче. Отражаются основные этапы проведенных исследований и полученные результаты. Делаются выводы о соответствии полученных результатов выдвинутой гипотезе или исследуемым закономерностям.

В случае если исследование носит исключительно прикладной характер и направлено на создание нового технического решения, то в качестве результатов необходимо представить результаты его проектирования. К таким результатам относят:

- формулировку требований, предъявляемых к технической системе;
- функциональную, структурную схемы и алгоритмы функционирования технической системы;
- результаты разработки аппаратной части технической системы;

- подробное описание технической системы и принципов ее функционирования, а также требований, предъявляемых к техническим средствам, входящим в ее состав;
- оценку показателей работоспособности технической системы.

В заключении делаются выводы о пригодности технической системы и ее основных особенностях.

Структура основного содержания магистерской диссертации может варьироваться, исходя из особенностей решаемой научно-технической задачи, и предварительно согласовывается с научным руководителем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из очень распространенных ошибок выполнения исследований студентами является разноплановая проработка различных не связанных между собой вопросов, так как в процессе магистерской подготовки изучаются различные дисциплины, в том числе и гуманитарной, и технической, и экономической направленности. Целью же всего комплекса теоретической и практической подготовки будущих специалистов является разносторонняя проработка тематики исследования (темы магистерской диссертации).

В процессе работы над выбранной темой исследования студентами могут быть достигнуты побочные эффекты или результаты, которые на первый взгляд покажутся исследователям неважными по той или иной причине, например в связи с легкостью их получения, в то время как наиболее важными оцениваются те результаты, которые были получены в процессе упорной работы или достигнуты со значительными затратами времени и сил. Использование данной учебно-методической разработки позволит устранить эти эффекты, а также добиться поставленных целей выполнения практик, освоения студентами необходимых компетенций, приобретения знаний и умений, необходимых для ведения дальнейшей самостоятельной исследовательской деятельности.

С целью достижения максимального эффекта в процессе прохождения практики студентам следует участвовать в активных и интерактивных формах проведения самостоятельной работы. Результаты полученных при исследованиях данных необходимо обсуждать на семинарах в диалоговом режиме с учетом разработки конкретных ситуаций. Новые данные, полученные при исследованиях, необходимо обсуждать в дискуссиях с привлечением сотрудников заинтересованных предприятий.

Результатом выполнения всего комплекса практик является основная часть выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковалева, А. Н. Проведение патентного поиска : учеб.-метод. пособие / А. Н. Ковалева, О. Б. Ушакова. — Москва : МИРЭА — Российский технологический университет, 2020. — 58, [3] с. — URL: e.lanbook.com/book/163895 (дата обращения: 02.10.2023). — Режим доступа: по подписке.
2. Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. — Москва, 2009 — 2023. — URL: www1.fips.ru (дата обращения: 02.10.2023).
3. WIPO. World Intellectual Property Organization : [сайт]. — URL: wipo.int (дата обращения: 02.10.2023).
4. ГОСТ 15.011—96. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30 января 1996 года № 40 : введен впервые : дата введения 1996-01-01 / разработан и внесен Всесоюзным центром патентных услуг. — Переизд. — Москва : Стандартинформ, 2006. — III, 15, [1] с.
5. Espacenet : Patent search / European Patent Office : [сайт]. — URL: worldwide.espacenet.com (дата обращения: 02.10.2023).
6. PATENTSCOPE // WIPO. World Intellectual Property Organization : [сайт]. — URL: patentscope.wipo.int (дата обращения: 02.10.2023).
7. ГОСТ 15.012—84. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентный формуляр : межгосударственный стандарт : издание официальное : взамен ГОСТ 2.110—68 : дата введения 1985-01-01. — Переизд. // Интернет и Право : [сайт]. — URL: internet-law.ru/gosts/gost/12718/ (дата обращения: 02.10.2023).
8. ГОСТ Р 7.0.5—2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2008 года № 95-ст : введен впервые : дата введения 2009-01-01 / разработан Федеральным государственным учреждением «Российская книжная пала-

- та» Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям. — Переизд. — Москва : Стандартинформ, 2020. — III, 19 с. — (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU : информационно-аналитический портал. — Москва, 2000 — 2023. — URL: www.elibrary.ru/ (дата обращения: 02.10.2023).
 10. EBSCO : [базы данных]. — URL: www.ebscohost.com (дата обращения: 02.10.2023).
 11. Электронно-библиотечная система Лань. — [Санкт-Петербург], 2011 — 2023. — URL: e.lanbook.com (дата обращения: 02.10.2023).
 12. Электронно-библиотечная система Znanium. — [Москва], 2011 — 2023. — URL: znanium.com (дата обращения: 02.10.2023).
 13. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: www.iprbookshop.ru (дата обращения: 02.10.2023).
 14. Крюков, А. Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учеб. пособие / А. Ю. Крюков, Б. Ф. Потапов. — Пермь : Издательство Пермского государственного технического университета, 2007. — 321 с. — ISBN 978-5-88151-731-1.
 15. Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учеб. пособие / С. В. Звонарев. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 111 с. — ISBN 978-5-7996-2576-4.
 16. Белякова, А. Ю. Имитационное моделирование : учеб. пособие / А. Ю. Белякова. — Молодежный : Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2020. — 120 с.
 17. Алябьева, Е. В. Имитационное моделирование : учеб.-метод. пособие / Е. В. Алябьева ; Алтайский государственный педагогический университет. — Барнаул : ФГБОУ ВО «АлтГПУ», 2016. — [48] с.
 18. Карнадуд, О. С. Математика. Основы математического моделирования : сборник упражнений : учеб. пособие / О. С. Карнадуд ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. — Кемерово : КузГТУ, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-00137-089-5.
 19. Технология сельскохозяйственного машиностроения : метод. указания для практических занятий / Самарский государствен-

- ный аграрный университет ; сост. Е. И. Артамонов. — Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. — 65 с.
20. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косилова, Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 1985. — 2 т.
 21. Положение об организации и проведении практики обучающихся Тольяттинского государственного университета : утверждено решением ученого совета от 30 июня 2022 года № 46 / Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2022. — 14 с. — URL: www.tltsu.ru/storage/Нормативные%20документы%20по%20учебному%20процессу/Положения/dca6fa29104d516aff57f197a6d99114a1d2bc0d.pdf (дата обращения: 02.10.2023).
 22. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры : утверждены приказом от 30 января 2020 года № 145 : с изменениями, утвержденными приказом от 17 июня 2021 года № 1180 / Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2021. — 39 с. — URL: www.tltsu.ru/storage/Нормативные%20документы%20по%20учебному%20процессу/ПРИКАЗЫ,%20РАСПОРЯЖЕНИЯ/3e3aa473c8e0722867c8f9fa0064501f328e1db7.pdf (дата обращения: 02.10.2023).
 23. Положение о магистратуре : утверждено решением ученого совета от 30 июня 2022 года № 43 / Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2022. — 17 с. — URL: www.tltsu.ru/storage/Нормативные%20документы%20по%20учебному%20процессу/Положения/9437d429af19c9a5021a40b9e41f9d45cd9e9a03.pdf (дата обращения: 02.10.2023).
 24. ГОСТ 24026—80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : дата введения 1981-01-01. — Переизд. — Москва : Издательство стандартов, 1991. — 18 с.
 25. ГОСТ 7.32—2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным сове-

- том по стандартизации, метрологии и сертификации (отчет Технического секретариата от 22 мая 2001 года № 19) : взамен ГОСТ 7.32–91 : дата введения 2002-07-01 / разработан Всероссийским институтом научной и технической информации [и др.]. – Москва : Издательство стандартов, 2001. – III, 22 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
26. Набатов, В. В. Методы научных исследований : учебник / В. В. Набатов. – Москва : МИСиС, 2020. – 327 с. – URL: e.lanbook.com/book/156008 (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-907226-37-1.
27. Логинов, Н. Ю. Инженерно-исследовательские работы в технологии машиностроения : электрон. учеб.-метод. пособие / Н. Ю. Логинов, Д. А. Расторгуев ; Тольяттинский государственный университет. – Тольятти : Издательство ТГУ, 2020. – 88 с. – URL: e.lanbook.com/book/157013 (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-8259-1493-0.

Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного
производства»

(наименование кафедры, центра, департамента)

ОТЧЕТ

(наименование практики)

ОБУЧАЮЩЕГОСЯ _____
(И. О. Фамилия)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) _____

ГРУППА _____

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРАКТИКИ
ОТ УНИВЕРСИТЕТА: _____
(фамилия, имя, отчество, должность)

Руководитель практики от организации
(предприятия, учреждения, сообщества)

(фамилия, имя, отчество, должность)

Тольятти 20__

Образец оформления акта о прохождении практики

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного
производства»

(наименование кафедры, центра, департамента)

АКТ о прохождении практики

Данным актом подтверждается, что

ОБУЧАЮЩИЙСЯ _____
(И. О. Фамилия)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) _____

ГРУППА _____

проходил _____
(наименование практики)

в _____
(наименование профильной организации)

в период с _____ по _____ г.

Руководитель практики от организации (предприятия, учрежде-
ния, сообщества):

(фамилия, имя, отчество, должность)

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ОЦЕНКА _____

(дата)

(подпись)

М.П.

Приложение В

Данные для определения оптимальных режимов при точении

№ п/п	Материал детали	Параметры $d \times l$	Глубина резания t	Шерохова- тость R_z	Модель станка	Резец	
						$B \times H$	Стойкость T
1	Ст 45	40 × 100	0,6	6,3	16Б05П	Р6М5 10 × 12	20 мин
2	Ст 45	40 × 350	1,5	12,5			
3	Ст 40	50 × 300	3	12,5			
4	Ст 40	30 × 300	2	25	1Б616	Р6М5 12 × 16	30 мин
5	Ст 50	30 × 250	3,5	25			
6	Ст 50	90 × 400	4	20			
7	Ст 55	120 × 500	2,5	40	16М16	Р6М5 12 × 16	30 мин
8	Ст 55	140 × 350	3	25			
9	У10А	160 × 500	3	50			
10	У10А	35 × 400	3	50	16К20	Т15К6 16 × 20	60 мин
11	У12А	60 × 600	2,5	25			
12	У12А	40 × 500	2,5	40			

Основные параметры и характеристики токарно-винторезных станков

Модель станка	Наибольшие габариты обрабатываемой заготовки $d \times l$, мм	Частоты вращения шпинделя, мин ⁻¹	Мощность электродвигателя, кВт	Подача, мм/об	Масса станка, кг
16Б05П	250 × 500	30–3000	1,5	0,02–0,35	1100
1Б616	320 × 710	20–2000	2,8	0,01–0,70	2100
16М16	320 × 500	20–2000	3,8	0,05–2,80	2230
16К20	400 × 1000	12,5–1600	7,5	0,05–2,80	2800
16К20В	400 × 1000	16–2000	5,5	0,025–2,8	2900
1М63	630 × 2800	10–1250	15	0,064–3,6	5600
16К20РФ3	400 × 1000	35–1600	7,5	0,05–0,75	5300
16К20ВФ1	400 × 1000	12,5–1600	5,5	0,025–2,8	2870

Данные для расчета силы резания при токарной обработке

Материал заготовки		Материал режущей части инструмента		Коэффициенты и показатели степеней											
				P_z				P_y				P_x			
				C_{Pz}	x_{Pz}	y_{Pz}	n_{Pz}	C_{Py}	x_{Py}	y_{Py}	n_{Py}	C_{Px}	x_{Px}	y_{Px}	n_{Px}
Сталь $\sigma_n = 700$ МПа	Твердый сплав	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4		
	Быстрорежущая сталь	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0		
Серый чугун HB 190	Твердый сплав	92	1,0	0,75	0	54	0,9	0,75	0	46	1,0	0,4	0		
	Твердый сплав	100	1,0	0,75	0	88	0,9	0,75	0	40	1,2	0,65	0		

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot S^{y_{Pz}} \cdot V^{n_{Pz}} \cdot K_P$$

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot S^{y_{Py}} \cdot V^{n_{Py}} \cdot K_P$$

$$P_x = C_{Px} \cdot t^{x_{Px}} \cdot S^{y_{Px}} \cdot V^{n_{Px}} \cdot K_P$$

Данные для расчета скорости резания при токарной обработке

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v$$

Материал заготовки	Материал режущей части инструмента	Подача	Коэффициенты и показатели степеней			
			C_v	x_v	y_v	m
Сталь $\sigma_s = 750$ МПа	Т15К6	$S \leq 0,3$	420	0,15	0,20	0,20
		$0,3 < S \leq 0,7$	350	0,15	0,35	0,20
		$S > 0,7$	340	0,15	0,45	0,20
	P6M5	$S \leq 0,25$	87,5	0,25	0,33	0,125
		$S > 0,25$	56	0,25	0,66	0,125
Серый чугун НВ 190	BK8	$S \leq 0,4$	292	0,15	0,20	0,20
		$S > 0,4$	243	0,15	0,40	0,20
Ковкий чугун НВ 150	BK8	$S \leq 0,4$	317	0,15	0,20	0,20
		$S > 0,4$	215	0,15	0,45	0,20

Содержание

Введение	3
1. Общие положения	5
2. Общие рекомендации по выполнению учебной практики (научно-исследовательская работа)	10
3. Общие рекомендации по выполнению производственной практики (научно-исследовательская работа) 1	12
4. Общие рекомендации по выполнению производственной практики (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика)	16
5. Общие рекомендации по выполнению производственной практики (научно-исследовательская работа) 2	21
6. Общие рекомендации по выполнению производственной практики (научно-исследовательская работа) 3	42
7. Общие рекомендации по выполнению производственной практики (научно-исследовательская работа) 4	50
Заключение	56
Библиографический список	57
Приложение А	61
Приложение Б	62
Приложение В	63
Приложение Г	64
Приложение Д	65
Приложение Е	66

Учебное издание

*Логинов Николай Юрьевич,
Козлов Антон Александрович*

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие

Редактор *Л.Н. Ворожцова*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Дизайн обложки: *И.И. Шишкина*

*В оформлении обложки использовано
изображение от Freepik на сайте ru.freepik.com*

Подписано в печать 03.03.2025. Формат 60×84/16.

Печать оперативная. Усл. п. л. 3,95.

Тираж 100 экз. Заказ № 1-01-23.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru