

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

(ТвГТУ)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

## **ТРЕБОВАНИЯ**

### **К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ, ПОРЯДКУ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ**

Направление подготовки  
бакалавров:

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность  
(профиль):

Инженерное дело в медико-биологической практике

Тверь 2019

Настоящие требования регламентируют требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы, порядку ее выполнения и защиты по направлению подготовки бакалавров 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Составители: Филатова Н.Н., Илясов Л.В., Бодрина Н.И., Сидоров К.В.

Требования обсуждены и рекомендованы к применению на кафедре «Автоматизация технологических процессов» (протокол № 10 от «04» 06 2019 г.).

Заведующий кафедрой АТП

Марголис

Б.И. Марголис

### Введение

Выпускная квалификационная работа обучающихся всех форм обучения является завершающим этапом учебного процесса – государственной итоговой аттестации. Она проводится в целях определения соответствия результатов освоения студентами основных образовательных программ требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Выпускная квалификационная работа обучающегося по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» (далее ВКР) демонстрирует уровень подготовленности выпускника к профессиональной деятельности.

Видом выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии является **дипломная работа** (далее – выпускная квалификационная работа, работа, ВКР, дипломная работа).

Объектами профессиональной деятельности бакалавров по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии являются:

- приборы, системы, комплексы медико-биологического и экологического назначения;
- методы и технологии выполнения медицинских, экологических и эргономических исследований;
- автоматизированные системы обработки биомедицинской и экологической информации;
- биотехнические системы управления, в контур которых в качестве управляющего звена включен человек-оператор;
- биотехнические системы обеспечения жизнедеятельности человека и поддержки жизнедеятельности;
- системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки биотехнических систем и технологий;
- биотехнические системы и технологии для здравоохранения;
- системы проектирования и обслуживания биомедицинской техники.

Область и сфера профессиональной деятельности магистров по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии включает разработку, проектирование, производство и эксплуатацию технических систем, в структуру которых включены любые живые объекты и которые связаны с контролем и управлением состояния живых систем, обеспечением их жизнедеятельности.

Выполнение и защита ВКР направлены на подготовку обучающегося к решению профессиональных задач в соответствии с профильной

направленностью основной образовательной программы бакалавриата и типами профессиональной деятельности:

а) проектно-конструкторский:

- определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей биотехнических систем и медицинских изделий;
- разработка технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий, их составных частей;
- проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий, узлов и деталей.

б) производственно-технологический:

- разработка технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль биотехнических систем и медицинских изделий, их элементов и узлов;
- внедрение технологических процессов производства и контроля качества биотехнических систем и медицинских изделий, их составных частей;
- проектирование специальной оснастки для производства биотехнических систем и медицинских изделий;
- создание и интеграция биотехнических систем и технологий;
- техническое обслуживание биотехнических систем и медицинских изделий.

### **1. Цель и задачи выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляет собой самостоятельное, творческое, логически завершенное исследование студента, в котором раскрываются его знания, умения и навыки, а также способность применять их для решения конкретной практической задачи в области профессиональной деятельности. Исследование трактуется в широком смысле слова для обозначения различных видов деятельности и не обозначает только традиционный научный метод.

Учитывая типы профессиональной деятельности, ВКР по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии должна иметь практическую направленность и основываться на результатах самостоятельно проведенных экспериментов по известным или новым методикам.

Целью подготовки и защиты ВКР является определение соответствия результатов освоения обучающимся образовательной программы требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (уровень бакалавриата).

Содержание ВКР и уровень ее защиты обучающимся позволяют оценить:

- умение работать с литературой и другими источниками информации;
- умение обобщать и анализировать фактический материал, демонстрируя владение универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, приобретенными при обучении;

- степень подготовленности обучающегося к самостоятельной практической деятельности в соответствии с полученной квалификацией.

В соответствии с целью ВКР формируется ее содержание, последовательность изложения материала по раскрытию решаемых в работе конкретных задач.

Основными задачами выполнения ВКР являются:

- расширение, закрепление и систематизация теоретических знаний, приобретение навыков практического применения знаний и способностей к проведению самостоятельных теоретических и/или экспериментальных исследований с использованием современных научных методов (при выполнении ВКР с элементами научного исследования);
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов своей практической или научной деятельности.

В процессе подготовки и защиты ВКР обучающийся должен продемонстрировать:

- способности к самостоятельному мышлению;
- владение необходимыми методами расчета технических устройств и элементов с применением компьютерных технологий;
- способность к анализу полученных результатов, обоснованию принятых решений и выводов, полученных в работе;
- умение оценить возможности использования полученных результатов в производственной деятельности.

ВКР бакалавра выполняется на базе теоретических знаний, умений и практических навыков, полученных студентом в период обучения. Допускается использование результатов выполненных по дисциплинам цикла курсовых работ (проектов) и практических навыков, полученных при прохождении всех видов практик.

## **2. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы**

Основными показателями и критериями оценки содержания ВКР членами государственной экзаменационной комиссии по защите являются:

Показатель – область профессиональной деятельности, отражённая в ВКР.  
Критерий – соответствует (не соответствует) ФГОС ВО.

Показатель – объект профессиональной деятельности, отражённый в ВКР.  
Критерий – соответствует (не соответствует) ФГОС ВО.

Показатель – тип профессиональной деятельности, присущий ВКР.  
Критерий – соответствует (не соответствует) ФГОС ВО.

Показатель – готовность выпускника решать профессиональные задачи, соответствующие типу профессиональной деятельности.

Критерий – решённая в ВКР задача соответствует (не соответствует) ФГОС ВО.

В качестве дополнительных к основным показателям используются следующие показатели и их критерии:

Соответствие ВКР профессиональному стандарту (при его наличии). Критерий – да (нет).

Актуальность тематики работы. Критерий – тема ВКР актуальна (не актуальна).

Корректность постановки задачи. Критерий – задача поставлена корректно (не корректно).

Корректность использования методов исследований, методик, технологий и моделей. Критерий – использованные методы исследований, методики, технологии и модели корректны (не корректны).

Оригинальность и новизна полученных результатов, научных или производственно-технологических решений. Критерий – использованные методы исследований, методики, технологии и модели обладают оригинальностью и новизной (не обладают оригинальностью и новизной).

Возможность использования результатов работы на практике. Критерий – использование результатов работы на практике возможно (не возможно).

Шкала оценки защиты ВКР – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

В целом уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности оценивается государственной экзаменационной комиссией:

✓ на «отлично» – при готовности (способности) выпускника решать задачи профессиональной деятельности в нестандартной ситуации по оригинальному алгоритму без погрешностей;

✓ на «хорошо» – при готовности (способности) выпускника решать задачи профессиональной деятельности в нестандартной ситуации по известному алгоритму без погрешностей;

✓ на «удовлетворительно», если выпускник в ходе защиты ВКР демонстрирует комплекс знаний и умений, свидетельствующий о его готовности (способности) решать задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях по известному алгоритму без погрешностей принципиального характера.

При положительной оценке ВКР государственная экзаменационная комиссия выносит решение о присвоении выпускнику квалификации, указанной в лицензии университета.

Несоблюдение вышеуказанных критериев означает несоответствие уровня подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности требованиям ФГОС ВО, что влечет за собой оценку «неудовлетворительно» и отказ в присвоении ему квалификации бакалавра по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

### 3. Структура выпускной квалификационной работы

ВКР по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (программа бакалавриата) включает следующие разделы:

1. Титульный лист.
2. Задание на выполнение работы.
3. Аннотация.
4. Оглавление.
5. Введение.
6. Основная часть.
7. Заключение.
8. Библиографический список.
9. Приложения.

Образцы титульного листа и задания на выполнение ВКР приведены в приложениях 1, 2.

### 4. Содержание выпускной квалификационной работы

#### 4.1. Общая характеристика содержания ВКР

Имеется ряд обязательных требований к содержанию ВКР. Содержание ВКР должно:

- раскрывать тему работы, соответствовать сформулированной цели;
- отражать конкретную постановку задач работы;
- содержать обоснование выбранных методов исследований, описание результатов, а также оценку их практической значимости.

**Титульный лист** является первой страницей ВКР и служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа. Задание на выполнение ВКР содержит ее тему, утверждаемую приказом ректора. Образцы титульного листа и задания на выполнение ВКР приведены в приложениях 1, 2.

**Аннотация** включает краткое (на 1 страницу) изложение цели, задач и полученных в работе результатов. Объем аннотации не должен превышать 1500 знаков (3/4 страницы), включая пробелы.

**В оглавлении** указываются наименование всех разделов ВКР и номера страниц, с которых они начинаются.

**Введение.** Введение должно содержать оценку (актуальность) современного состояния решаемой задачи и обоснование необходимости разработки данной темы, цель и задачи ВКР.

**Основная часть** ВКР содержит не менее двух разделов. Содержание основной части может различаться в зависимости от тематики ВКР, но должно быть связано с содержательной частью курсовых проектов и работ, выполняемых обучаемым по дисциплинам учебного плана: «Автоматизация обработки биомедицинской информации», «Узлы и элементы биотехнических систем», «Управление в биотехнических системах», «Моделирование

биологических объектов», «Проектирование программного обеспечения для биотехнических систем».

**Заключение.** В заключении приводится описание полученных результатов, определяется степень их завершенности, оцениваются перспективы использования результатов.

**Библиографический список.** Приводятся литературные источники, используемые при написании ВКР, в том числе: нормативные документы; литературные источники; электронные ресурсы по материалам сети Интернет с указанием даты обращения.

**Приложения.** Приложения разнообразны по содержанию. Они могут включать результаты экспериментальных исследований, планы эксперимента, графики расчетных зависимостей, полученных в ходе выполнения ВКР, рисунки и фотографии, иллюстрирующие результаты ВКР, схемы, листинги программ.

Исходя из типов профессиональной деятельности выпускника, прошедшего обучение по программе академического бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, возможны ВКР четырех видов:

- ВКР, имеющие научно-исследовательский характер;
- ВКР, связанные с разработкой инструментальных средств и нестандартного оборудования для диагностики, лечения, реабилитации и профилактики заболеваний человека, а также для биологических экспериментов,
- ВКР, связанные с разработкой программного обеспечения для решения практических задач медико-биологической практики, обработку биомедицинской информации, создание и эксплуатацию медицинских баз данных, экспертных, мониторинговых систем,
- ВКР, связанные с поддержкой процессов аттестации и сертификации новых образцов медицинской техники после ремонта; или с разработкой методик поверки, калибровки и обслуживания типового медицинского оборудования, аппаратов, систем и комплексов, а также технических средств биологических лабораторий.

#### 4.2. Методические рекомендации для ВКР

В основной части ВКР, имеющей научно-исследовательский характер, рекомендуется рассматривать следующие вопросы:

1. Характеристика объекта исследования.
2. Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.
3. Выбор методики экспериментов, разработка плана экспериментов.
4. Протокол проведения эксперимента и полученные результаты.

5. Обработка результатов с применением информационных технологий и технических средств.

6. Построение математической модели объекта по результатам эксперимента.

7. Проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью верификации математической модели объекта. Подготовка рекомендаций по использованию модели.

#### **4.3. Методические рекомендации для ВКР, связанной с исследованием и разработкой инструментальных средств и нестандартного оборудования**

Средства измерений (измерительные приборы, преобразователи, установки и системы) физиологических и биохимических показателей человека обеспечивают получение измерительной информации, необходимой для диагностики и мониторинга физиологического состояния человека.

В рамках ВКР по этой тематике могут решаться следующие задачи:

1. Анализ физических и биологических аспектов, определяющих физиологический или биохимический показатель человека. Связь показателя с физиологическим состоянием человека и актуальность контроля этого показателя.

2. Анализ функциональных аналогов и выявление их недостатков или техническое задание на разработку средства измерений показателя.

3. Принцип действия разрабатываемого средства измерений.

4. Математическая модель статической характеристики разрабатываемого средства измерений и анализ действия влияющих величин.

5. Разработка структурной схемы средства измерений.

6. Разработка принципиальной схемы средства измерений.

7. Выбор стандартных элементов, узлов, модулей и блоков средства измерений.

8. Расчет нестандартных элементов, узлов, модулей и блоков средства измерений.

9. Разработка конструкции нестандартных элементов, узлов, модулей и блоков средства измерений.

10. Разработка общей компоновки элементов, узлов, модулей и блоков средства измерений.

11. Расчет метрологических характеристик средства измерений.

12. Метрологическое обеспечение средства измерений.

Первые две задачи обычно рассматриваются в обзорной части работы. Например, на основе анализа физических явлений и биологических процессов должно быть определено значение физиологического или биохимического показателя для контроля физиологического состояния человека и диагностики, а

также обоснована целесообразность совершенствования существующего или создания нового средства измерений этого показателя.

Особое внимание необходимо уделить использованию клинических данных о параметрах и процессах биообъекта, на основе которых проводятся его сопряжение с техническими средствами диагностики и (или) терапевтических воздействий. Здесь могут быть использованы данные морфологии, нормальной и патологической анатомии, физиологии, биофизики, биомеханики и других областей знаний. На основе данных автор ВКР должен суметь определить: входы и выходы объекта, дать их характеристики; состав, структуру, процессы и параметры биообъекта, характеризующие изменение состояния во времени.

Далее на основе изучения научно-технической и патентной литературы составляется обзор функциональных аналогов, служащих для измерения данного показателя. По результатам обзора может быть составлена таблица, включающая 5-10 наиболее известных, эффективных технических устройств и их основные характеристики (например, название, страна изготовитель, фирма, основные технические характеристики аппарата, цена).

На основе этих данных обосновывается цель и конкретизируются задачи, которые необходимо решить в данной ВКР.

В отдельных случаях по рекомендации руководителя ВКР может быть оформлено техническое задание на разработку нового технического устройства.

Техническое задание должно включать пять подразделов (ниже эти разделы выделены жирным шрифтом. Курсивом показан пример текста, описывающего раздел задания).

### **1. Наименование темы.**

*Импедансометрический прибор определения электрической активности БАТ на основе ...*

### **2. Цель и назначение работы.**

*Создание прибора, обладающего возможностью определения ... Разрабатываемый прибор предназначен для ... Обзор состояния разработок и внедрения ... показывает, что в настоящее время отсутствуют изобретения, которые могут достаточно точно дать информацию о... Однако, ..., поэтому, используется комплекс из... Используемый комплекс измерительных приборов позволит получить наиболее точную и достоверную информацию, ускорить процесс измерения и повысить эффективность эксплуатации.*

*Разрабатываемый прибор предназначен для определения ..., а также в других областях ... техники, в частности, для ...*

*Основные параметры прибора выбирают в соответствии с требованиями, определяемыми классом и характером решаемых задач.*

### **3. Основные технические требования к разрабатываемому изделию.**

*Технические характеристики разрабатываемого прибора определяются требованиями, предъявляемыми к разработкам ...*

- а) Опытный образец разрабатываемого... должен обеспечивать... при ...
- б) Структура устройства должна обеспечивать простую компоновку функциональных блоков в соответствии с числом и характером решаемых задач.
- в) В состав устройства должны входить следующие блоки: ...
- г) Разрабатываемое устройство должно ..., за счет которого ...
- д) Разрабатываемое устройство должно иметь ..., за счет взаимодействия которых ...

#### **4. Аналогичные изделия, выпускаемые отечественными предприятиями, и обоснование трудностей их использования.**

*Идентичные изделия отечественной промышленностью не выпускаются, но ...*

*По имеющимся сведениям разработан ..., предназначенный для ...*  
 Параметры ...

*Известен также ...*

*Известен промышленный ..., предназначенный для ...*

#### **5. Аналогичные изделия, выпускаемые за рубежом.**

*Аналогичные изделия, выпускаемые за рубежом нам не известны ... (Имеют следующие особенности... Из-за высокой стоимости изделия не доступны ...).*

Отдельные темы ВКР (задачи 3 – 12) могут быть связаны с расчетом, моделированием и проектированием технических устройств медико-биологического назначения.

Например, в рамках ВКР определяются требования к основным элементам, узлам, модулям и блокам средства измерений и излагаются результаты их выбора по каталогам и справочникам. При этом выбор обосновывается соответствием статических, динамических и метрологических характеристик, требуемых с учетом (при необходимости) ограничений на размеры и массу, механические характеристики, ресурс работы и надежность элементов, узлов, модулей и блоков. Определяются элементы, узлы, модули и блоки, которые не представляется возможным реализовать на базе стандартных средств. Далее приводится описание принципиальных схем и расчетов статических и динамических характеристик нестандартных элементов, узлов, модулей и блоков. Эти расчеты осуществляются с использованием компьютерных технологий. Описываются конструкции нестандартных элементов, узлов, модулей и блоков, разработка которых осуществляется в соответствии с требованиями ЕСКД, а также разрабатывается общая компоновка входящих в средства измерений стандартных и нестандартных элементов, узлов, модулей и блоков.

При решении задачи вида 11 в соответствии с действующим стандартом выбирается комплекс метрологических характеристик, который надлежит нормировать для данного типа средств измерений и приводятся результаты

оценочных расчетов этих характеристик, которые осуществляются с использованием указанного стандарта и научно-технической литературы по метрологии.

При решении задачи вида 12 в соответствующем параграфе освещаются вопросы метрологического обеспечения разработанного средства измерений, а именно: излагаются результаты изучения методик поверки известных средств измерений аналогичного назначения, оценивается возможность использования этих методик для поверки разработанного средства измерений; разрабатываются (при необходимости) дополнительные средства (или процедуры) поверки, обеспечивающие возможность применения известной методики, или разрабатываются в соответствии с Государственными поверочными схемами новая методика поверки разработанного средства измерений.

#### **4.4. Методические рекомендации для ВКР, связанной с адаптацией и разработкой ПО для решения задач медико-биологической практики**

ВКР могут быть посвящены решению отдельных вопросов, связанных с созданием информационных систем медицинского назначения, а также систем поддержки сервисных центров обслуживания медтехники.

В области здравоохранения информационные системы могут решать задачи:

1. Введения баз данных медико-биологической направленности.
2. Передачи, сохранения и анализа результатов исследований.
3. Автоматической диагностики заболеваний по выявленным у пациентов симптомам.
4. Выдачи рекомендаций по лечебному процессу и профилактике заболеваний.

Исходя из этого в первом разделе ВКР следует рассматривать вопросы:

- анализа предметной области;
- описания требований к создаваемому программному обеспечению;
- анализа программных средств аналогичного назначения.

Например, в рамках анализа предметной области проводится описание структуры учреждения (отдела) или процесса работы сотрудника определенной специализации (врача, инженера по обслуживанию медицинской техники); описание и анализ бумажной документации, используемой в предметной области. Здесь же могут быть приведены:

- алгоритмы проведения медико-биологического исследования, приведено описание результатов и методики их анализа врачом;
- описание и анализ источников, вида и структуры информации, необходимой для подтверждения или опровержения диагностических гипотез;
- описание и анализ данных, необходимых для назначения эффективного

лечения и проведения профилактики заболеваний.

Результаты анализа предметной области целесообразно представлять в виде блок-схем алгоритмов, графиков, таблиц.

Список требований к создаваемому программному обеспечению должен включать: реализуемые функции, перечень входной/выходной документации, список лиц, имеющих доступ к программному средству. Часть требований выдвигаются в виде ограничений, накладываемых на разрабатываемое программное обеспечение средой функционирования (операционная система, мощность аппаратных средств). Требования к функциям программного обеспечения составляются по результатам анализа предметной области.

Далее на основе изучения научно-технической литературы составляется обзор современных программных разработок аналогичного назначения. Выполняется оценка существующих программных средств, которая должна быть объективной, и направлена на выявление существенных недостатков, которые нужно устранить, и достоинств, которые следует использовать.

В заключение целесообразно сделать вывод о степени соответствия аналогов выдвинутым в предыдущем разделе требования к создаваемому ПО. Если степень соответствия незначительна (существующее ПО нуждается в значительной доработке и адаптации) или аналогов не найдено, необходимо принять решение о создании ПО «с нуля». При этом нужно поддержать достоинства существующих программных средств (возможно расширение списка выдвинутых требований) и избавиться от их недостатков.

В рамках этого типа ВКР могут рассматриваться вопросы

- функционального проектирования;
- выбора языка программирования и средств разработки;
- создания алгоритмов и программного кода;
- верификации ПО;
- создания руководства пользователя.

Решение задач функционального проектирования целесообразно осуществлять с использованием современных средств разработки ПО (CASE-технологиями). Структурный системный анализ позволяет составлять функциональный проект ПО в виде иерархии диаграмм потоков данных (DFD), словарей данных и спецификаций процессов.

При создании информационных систем для раскрытия структуры хранилищ данных целесообразно использовать диаграммы сущность-связь (ERD). Поведение системы, зависящее от времени может быть показано на диаграмме переходов состояний (STD).

При объектно-ориентированном проектировании функции программного обеспечения фиксируются на диаграмме вариантов использования, затем составляется логическая модель программы в виде диаграмм классов и состояний. Отдельные функции проектируются в виде алгоритмов на диаграммах деятельности. Поведение программы во времени фиксируется на

диаграмме последовательности. Взаимосвязь концептуальной и логической модели ПО обеспечивается на диаграммах коопераций. Может также составляться физическая модель программной системы в виде диаграмм компонентов и развертывания.

Для обоснования выбора языка программирования и инструментальных средств разработки ПО нужно рассмотреть возможные средства реализации принятых проектных решений и обосновать выбор определенного языка программирования, СУБД. Исходными данными для решения этой задачи являются результаты анализа требований, выдвигаемых к программному обеспечению. Выбранный язык программирования и инструментарий должны соответствовать предполагаемой среде функционирования разрабатываемого ПО. Кроме того, инструментарий и язык программирования должны позволять реализовать все необходимые функции разрабатываемого ПО.

В содержание ВКР обязательно включают результаты собственных программных разработок. Если проект посвящен созданию базы данных, необходимо привести результаты разработки структуры базы и интерфейса пользователя:

- таблицы (наименование, назначение, типы данных и размер полей таблицы);
- запросы (наименование, назначение, инструкция SQL, перечень источников данных, на которых основан запрос);
- формы (структура интерфейса, внешний вид форм доступа к данным, примеры создания наиболее интересных форм);
- отчеты (наименование, назначение, внешний вид, примеры).

Если в рамках ВКР созданы оригинальные программные модули, необходимо привести: блок-схемы алгоритмов, исходные и выходные данные, исходные тексты программ (в приложении).

Если в состав программного обеспечения входит большое количество однотипных объектов, трудоемких в подготовке (видео, графика, звуковые образцы), то целесообразно изложить методику их создания. Также необходимо указать параметры этих объектов, важные с точки зрения требований к разрабатываемому программному обеспечению.

Важным этапом разработки программ, подтверждающим достоверность получаемых результатов, является этап верификации. Необходимо осуществить выбор вида тестирования, привести тестовые примеры и результаты тестирования.

### **5. Объем выпускной квалификационной работы**

Объем ВКР должен составлять не более 50 страниц текста, не включая список использованной литературы и приложения.

### **6. Требования к оформлению выпускной квалификационной работы**

ВКР должна быть переплетена или сшита в виде единого документа. При оформлении ВКР должны соблюдаться требования нормативных документов к

оформлению результатов проектных и научно-исследовательских работ. ВКР печатается на одной стороне листа бумаги формата А4. Допускается печать приложений на листах другого формата.

Требования к оформлению ВКР:

1. Шрифт – Times New Roman, межстрочный интервал полуторный, размер 14 пт, поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 15 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца – 1,25, выравнивание по ширине (в больших таблицах можно использовать размер шрифта 11-12 пт.).
2. Для оформления заголовков глав используется шрифт Times New Roman размер 14 пт, написание – жирный, межстрочный интервал – 1,5, выравнивание по центру. В конце заголовков глав и параграфов точка не ставится.
3. Для оформления подпунктов глав работы используется шрифт Times New Roman, написание – жирный, размер 14 пт, межстрочный интервал 1,5, выравнивание по центру.
4. Ссылки на источники указываются в квадратных скобках с указанием номера цитируемой книги из библиографического списка, например [21].
5. Формулы набираются в специализированном редакторе Microsoft Equation. Формулы нумеруются, если на них далее по тексту есть ссылки, в круглых скобках арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах главы, например (2.3).
6. Каждая глава работы, введение, заключение, приложения начинаются с новой страницы.
7. Страницы работы должны быть пронумерованы сквозной нумерацией. Номера страниц проставляются снизу посередине, номер первой страницы (тительного листа) не ставится. Размер шрифта, используемого для нумерации, должен быть не больше, чем у основного текста.
8. Титульный лист и задание заполняются по единому образцу. Они обязательно подписываются исполнителем и руководителем ВКР.
9. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение» и номера арабскими цифрами (без знака №). Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки по тексту ВКР.
10. Если автором при написании выпускной работы вводятся буквенные аббревиатуры (сокращения терминов), то первое упоминание таких аббревиатур указывается в круглых скобках после полного наименования, например: биотехническая система (БТС). Далее по тексту работы аббревиатуры используются без расшифровки. Если число сокращений в тексте больше десяти, то составляется список принятых сокращений, помещаемый перед списком литературы.
11. Перед каждым перечислением следует ставить дефис или один из выбранных знаков. В этом случае перечисления пишутся с абзацного отступа со

строчной буквы. Если при перечислении используются арабские и римские цифры, после них ставится точка и запись производится с абзацного отступа с заглавной буквы.

12. Название и нумерацию таблицы следует помещать над таблицей с выравниванием посередине, без абзацного отступа в одну строку. Название таблицы пишется с заглавной буквы, 14 шрифтом. Номер таблицы пишется перед названием, начиная со слова «Таблица» с заглавной буквы, жирным шрифтом. Единицы измерения, применяемые в таблице, должны быть написаны после названия таблицы, через запятую, тем же шрифтом, что и название. В случае если единиц измерения несколько, их следует писать в заголовках таблицы (в шапке) через запятую, либо в строчках через запятую.

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые или на следующей странице. В случае если на первой странице умещается только несколько строк таблицы, ее следует начинать с новой страницы.

При переносе части таблицы название помещается только над первой частью таблицы, а оставшаяся часть переносится на другую страницу с закрепленным заголовком (шапкой).

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слова «табл.» с указанием ее номера.

Заголовки (шапка) таблицы заполняется жирным шрифтом с заглавной буквы по центру ячеек. Левая боковая часть таблицы заполняется с левого края. Цифры в таблице выравниваются по правому краю в том случае, если столбцов с цифрами в таблице более 3-х. В случае, если столбцов с цифрами менее трех, цифры в ячейке выравниваются по центру.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах главы. Номер таблицы состоит из номера главы и порядкового номера таблицы, разделенных точкой (Таблица 3.1. Матрица для нахождения коэффициентов передаточной функции).

Заголовки граф и строк следует писать с заглавной буквы, подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком или с заглавной, если они имеют самостоятельное значение.

В конце заголовков и подзаголовков точка не ставится.

Таблица слева, справа, сверху и снизу ограничивается линиями 0,5 пт. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте, в том случае, если таблица не помещается на листе. Шрифт должен быть, как и в тексте – Times New Roman.

Левый и правый края таблицы должны соответствовать параметрам страницы, не превышая их. В случае, если содержание ячеек таблицы значительно меньше ширины страницы, ее размеры могут быть меньше установленных параметров страницы.

Столбцы и строки таблиц должны быть разделены горизонтальными и вертикальными линиями 0,5 пт.

13. Рисунки, за исключением рисунков приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах главы. На все рисунки должна быть ссылка в тексте. При ссылке следует писать «рис.» с указанием номера рисунка. Номер рисунка состоит из номера главы и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Название рисунка следует размещать после рисунка по центру строки без абзацного отступа с заглавной буквы. Перед названием пишется слово «Рис.» с заглавной буквы и ставится номер рисунка с точкой (Рис.2.1. Схема диагностической системы).

Сам рисунок следует размещать по центру страницы, без рамки вокруг рисунка. При изображении графиков и диаграмм необходимо предусмотреть подписи осей, с указанием единиц измерения. Подписи к рисункам, в частности графикам и диаграммам, должны быть выполнены шрифтом Times New Roman, размер шрифта может быть меньше 14 пт.

14. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с действующим национальным стандартом РФ ГОСТ 7.0.100-2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. - Москва: Стандартинформ, 2018. - CD. - Сервер. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/133178> .Текст: электронный. - 200 р.

Примеры:

1. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых сталеплавильных и факельных нагревательных печах, топках паровых котлов, камерах сгорания газотурбинных установок : монография / А.Н. Макаров. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 452 с. - ISBN 978-5-9729-0977. - Текст: непосредственный.

2. Использование деятельностного подхода в проектах цифровой трансформации в образовании: учебное пособие для вузов / Л.О. Смирнова [и др.]; под редакцией Л.О. Смирновой. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-15409-2. - URL: <https://urait.ru/book/ispolzovanie-deyatelnostnogo-podhoda-v-proektah-cifrovoy-transformacii-v-obrazovanii-499062> .- (Дата обращения: 07.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный .

3. Григорьева, Д.Д. Тренинг профессионального и личностного развития: учебное пособие / Д.Д. Григорьева, С.И. Филиппченкова, О.В. Захарова; Тверской государственный технический университет. - Тверь: ТвГТУ, 2023. - 79 с. - ISBN 978-5-7995-1262-0. - Текст: непосредственный.

4. Фарзани, Н.Г. Технологические измерения и приборы: учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств / Н.Г. Фарзани, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим-Заде. - Москва: Альянс, 2016. - 456 с. - (УМК-У). - ISBN 978-5-91872-131-5 Текст: непосредственный.

5. Ханин, Г.И. Поршневые компрессоры / Г.И. Ханин // Холодильная техника. – 2016. – № 11. – С. 49–64.

6. Шалай, В.В. Экспериментальное исследование систем охлаждения с интенсификацией в поле инерционных сил / В.В. Шалай, К.В. Щербань // Омский научный вестник. Серия: Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 63–74.

7. Величковский, Б.Б. Функциональная организация рабочей памяти: специальность 19.00.01 «Общая психология, психология личности, история психологии»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора психологических наук / Б. Б. Величковский; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2017. – 44 с.

8. Новак, Л.Г. Методы создания гетерогенного представления локальных данных в системах виртуальной интеграции на платформе XML: специальность 05.13.11 «Математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Л.Г. Говак; Ин-т системного программирования. – Москва, 2003. – 131 с.

9. Патент № 2638963 Российская Федерация, МПК C08L 95/00 (2006.01), C04B 26/26 (2006.01). Концентрированное полимербитумное вяжущее для «сухого» ввода и способ его получения: № 2017101011: заявл. 12.01.2017 : опубл. 19.12.2017 / С. Г. Белкин, А. У. Дьяченко. – 7 с. : ил.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663150 Российская Федерация. Расчет автономной системы электроснабжения на основе ветроэнергетической установки с ротором Дарье: № 2015660178: заявл. 27.10.2015: опубл. (зарег.) 20.01.2016 / Р.А. Дайчман, А.А. Бубенчиков, Е.Ю. Артамонова, Т.В. Бубенчикова; заявитель Ом. гос. техн. ун-т. – 1 с.

11. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 85 с.

12. ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума / Техэксперт: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157242> (дата обращения: 10.01.2019). – Текст: электронный.

13. Костиков, В.Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шахнов. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 125 с. / Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/52371> (дата обращения: 10.01.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный

14. Библиотека диссертаций: электронная библиотека: [сайт] / Российская государственная библиотека. – Москва: РГБ, 2003. – URL: <http://www.diss.rsl.ru/> (дата обращения: 10.01.2019). – Текст: электронный.

15. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: информационно-аналитический портал: [сайт]. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 10.01.2019). – Текст: электронный.

**Список использованных источников** должен содержать не менее 20 наименований, исключая ссылки на нормативные документы, учебники и учебные пособия. Список должен включать сведения только об источниках, использованных при выполнении ВКР. При использовании в работе результатов выполненных курсовых работ (проектов), последние также включаются в список источников на правах рукописи.

Использованные литературные источники должны быть приведены в порядке их упоминания или приведения в тексте ВКР.

### **7. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы**

Формирование тематики ВКР бакалавриата осуществляет заведующий кафедрой в соответствии с направлениями развития кафедры, базовой тематикой НИР, выполняемых на кафедре, предпочтением партнеров и работодателей, а также с учетом представлений ведущих профессоров кафедры. При выборе темы исследования бакалавр должен в общих чертах представлять сущность основной идеи и цель исследования, ценность и значимость предполагаемых результатов исследования, основные шаги для их достижения.

Перечень тем ВКР утверждается и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за шесть месяцев до проведения государственной итоговой аттестации.

По письменному заявлению обучающегося университет может в установленном порядке предоставить возможность подготовки и защиты ВКР по теме, предложенной обучающимся в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в предметной области или на объекте управления.

Примеры тем ВКР приведены в приложении 4.

Для руководства выполнением ВКР приказом ректора назначаются руководители из числа работников университета. Руководитель:

- выдает студенту задание на выполнение работы;
- рекомендует источники информации по теме ВКР;
- утверждает календарный график работы, разработанный студентом;
- устанавливает время консультаций на весь период выполнения ВКР;
- координирует и контролирует работу обучающегося и выполнение им установленного графика работы;
- руководит преддипломной практикой обучающегося;
- проверяет ВКР и подготавливает письменный отзыв о работе обучающегося в процессе выполнения ВКР (форма отзыва представлена в приложении 3).

После завершения обучающимся подготовки ВКР руководитель ВКР представляет на кафедру письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР.

Преддипломная практика проводится перед выполнением ВКР в течение шести недель, завершается представлением обучающимся руководителю основных материалов, необходимых для выполнения ВКР, и сдачей зачета в течение трех дней со дня окончания практики.

Выполнение ВКР осуществляется в университете, а также, в случае необходимости, на предприятии (любой формы собственности), в организации и др. по месту прохождения преддипломной практики или по месту будущей работы. В этих случаях может назначаться консультант от организации.

Обучающийся обязан посещать консультации, назначенные руководителем. При их пропуске и (или) нарушении обучающимся календарного графика работы без уважительных причин на заседании кафедры решается вопрос о целесообразности дальнейшего продолжения выполнения ВКР, о чем заведующий кафедрой информирует деканат факультета информационных технологий.

Оформленная ВКР, подписанная обучающимся, представляется руководителю, который после проверки подписывает работу. Проверенная и подписанная ВКР представляется заведующему кафедрой, который рассматривает ВКР на предмет допуска к защите. При положительном решении заведующий кафедрой подписывает ВКР. Если он не считает возможным допустить обучающегося к защите, рассмотрение вопроса выносится на заседание кафедры с обязательным участием руководителя ВКР и студента. К защите допускаются студенты с учетом списка, предоставляемого деканатом факультета информационных технологий.

Тексты ВКР (за исключением текстов, содержащих сведения, составляющие государственную тайну) размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствований (в том числе содержательного) в соответствии с порядком, установленным в университете.

Защита работы на заседании государственной экзаменационной комиссии является заключительной стадией государственной итоговой аттестации. График защит ВКР на заседаниях государственной экзаменационной комиссии составляется в соответствии с расписанием, утвержденным в установленном в университете порядке не позднее, чем за 30 дней до начала проведения защиты, и размещается на информационном стенде кафедры.

ВКР и отзыв передаются в государственную экзаменационную комиссию не позднее, чем за 2 календарных дня до защиты ВКР.

В день защиты до начала заседания в государственную экзаменационную комиссию должны быть представлены:

- электронная и бумажная (в числе экземпляров равным числом членов комиссии) версии презентации ВКР;
- материалы, характеризующие практическую ценность работы (при наличии).

После окончания процедуры защиты государственная экзаменационная комиссия на закрытом заседании обсуждает и выносит решение о качестве и уровне работы, выставляет оценку, которая объявляется в день защиты. Комиссия отмечает работы, имеющие научную и практическую значимость и рекомендуемые для внедрения, участия в конкурсах и выставках.

Обучающиеся, не явившиеся на заседание государственной экзаменационной комиссии по уважительной причине, должны предоставить в университет документ, подтверждающий причину отсутствия и имеют право пройти процедуру защиты в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации.

Обучающиеся, не явившиеся на защиту по неуважительной причине или получившие оценку «неудовлетворительно», отчисляются из университета с выдачей справки об обучении как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана. Повторное прохождение процедуры защиты возможно не ранее чем через год и не позднее 5 лет после срока проведения защиты, которая не пройдена обучающимся.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Тверской государственный технический университет»  
 (ТвГТУ)

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

К защите допустить:  
 Заведующий кафедрой АТП  
 Б.И. Марголис  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА:  
 ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: **«НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ В КАВЫЧКАХ ПРОПИСНЫМИ  
 БУКВАМИ, ШРИФТ TIMES NEW ROMAN, РАЗМЕР 14,  
 ПОЛУЖИРНЫЙ»**

Направление: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии  
 Профиль: Инженерное дело в медико-биологической практике  
 Студент(-ка): \_\_\_\_\_  
 (Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ подпись

Форма обучения: очная Группа: Б.БСТ.ИДМ

Руководитель: к.т.н., доц. Сидоров К.В.  
 (ученая степень, звание, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ подпись

Консультант: \_\_\_\_\_  
 (ученая степень, звание, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ подпись

Нормоконтроль: \_\_\_\_\_  
 (ученая степень, звание, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ подпись

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

К защите допустить:  
Заведующий кафедрой АТП  
Б.И. Марголис  
\_\_\_\_\_ г.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

#### на выпускную квалификационную работу бакалавра

Студент(-ка): \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Направление: \_\_\_\_\_ 12.03.04 Биотехнические системы и технологии \_\_\_\_\_  
(код и наименование)

Тема работы: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(утверждена приказом ректора от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_ -у).

ДАЛЕЕ ПРИВОДИТСЯ ТЕКСТ ЗАДАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ УКАЗАНИЯ ПЕРЕЧНЯ РАЗДЕЛОВ ВКР, ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ ЗАДАЧ ВКР, ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ИЛИ В ИНОМ ВИДЕ.

Дата выдачи задания: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Срок представления студентом ВКР на кафедру: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Руководитель: \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_  
подпись

Задание получено: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О. студента) \_\_\_\_\_  
подпись

ТВЕРЬ 2019

Приложение 3

**ОТЗЫВ**

руководителя выпускной квалификационной работы студента  
о его деятельности в период подготовки ВКР

Студент(-ка):

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О. студента, группа)

Факультет:

\_\_\_\_\_  
Информационных технологий

Направление подготовки

\_\_\_\_\_  
12.03.04 Биотехнические системы и технологии\_\_\_\_\_  
(код и наименование)

Тема ВКР:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Содержание отзыва:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_**Заключение**\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель:

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

С отзывом  
ознакомлен:\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О. студента)

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Примечание:** в содержании отзыва необходимо дать оценку самостоятельности работы студента, его инициативы, умения работать с научной и технической литературой, применить полученные знания для решения практических задач, его отношение к творческому процессу работы над ВКР, объем заимствования.

### Примеры тем ВКР

- Анализатор паров этанола в выдыхаемом воздухе.
- Аппаратно-программный комплекс для мониторинга характеристик когнитивной активности обучаемого.
- Биотехническая система для исследования когнитивной деятельности.
- Биотехническая система исследования динамики эмоционального состояния человека после снятия эмоциогенного стимула.
- Интерпретатор временных рядов ЭЭГ и ЭМГ человека на основе реконструкций аттракторов.
- Модель и устройство для определения напряжений в биологических тканях.
- Мониторинг эмоционального состояния человека по ЭЭГ под воздействием обонятельных стимулов различной модальности.
- Проектирование цифрового электрокардиографа.
- Проектирование ультразвукового портативного сканера.
- Проектирование эхолокатора головного мозга.
- Проектирование портативного электромиостимулятора.
- Проектирование цифрового электрокардиографа.
- Распознавание типа инсульта с помощью нейронных сетей по магнитно-резонансным изображениям.
- Разработка анализатора для неинвазивной диагностики ртутной интоксикации.
- Разработка мультимедиа-тренажера для обучения методикам работы с миографом.
- Разработка автоматизированной информационной системы лечебно-диагностического учреждения.
- Разработка портативного электрокардиографа на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO R3.
- Разработка устройства для регистрации фотоплетизмограммы человека на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO R3.
- Разработка устройства для регистрации кожно-гальванической реакции человека на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO R3.
- Разработка портативного электромиографа на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO R3.
- Разработка устройства для определения концентрации серосодержащих веществ в выдыхаемом человеком газе.
- Разработка программного комплекса на основе глубокой нейронной сети для распознавания патологии на медицинских изображениях.
- Разработка устройства для измерения температуры.

Разработка мобильного электронного устройства для передвижения слепых и слабовидящих.

Разработка системы определения прочности кровеносных сосудов.

Разработка программы классификации векторных моделей ЭЭГ.

Разработка источника питания аппарата искусственной вентиляции легких  
Фаза 5.

Разработка тренажера для изучения методик снятия ЭЭГ с использованием электроэнцефалографа Энцефалан 131-03.

Разработка устройства для измерения концентрации угарного газа.

Разработка портативного пульсометра.