

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа государственной итоговой аттестации**

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

### **Содержание**

1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой
2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах
3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы
4. Примерные темы выпускных квалификационных работ
5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ
6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы
7. Литература
8. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы
9. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу государственной итоговой аттестации разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Султанов Л.У. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), Lenar.Sultanov@kpfu.ru

## 1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики
ОПК-2	Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности
ОПК-3	Способен разрабатывать новые методы экспериментальных исследований и применять современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики
ОПК-5	Способен использовать в педагогической деятельности знания в области математики и механики, в том числе результаты собственных научных исследований
ПК-1	Способен самостоятельно выполнять анализ поставленной задачи, выбирать корректный метод ее решения, а также строить и реализовывать алгоритм решения задачи
ПК-2	Способен публично представлять собственные научные результаты
ПК-3	Способен к организации учебной деятельности в области физико-математических дисциплин
ПК-4	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
ПК-5	Способен к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-6	Способен ясно и понятно представлять и адаптировать научные знания с учетом уровня аудитории
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

## 2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах

Общая трудоемкость составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

### 3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

#### I. Цели и задачи выполнения работы

Выполнение выпускной квалификационной работы - важный этап учебного процесса, на котором определяются научные интересы, направления научных изысканий студентов и глубина их практических знаний, полученных в ходе обучения.

Подготовка и защита выпускной квалификационной работы преследуют следующие основные цели: систематизация, расширение и закрепление теоретических и практических знаний и применение их при решении конкретных научных задач;

развитие и углубление навыков ведения самостоятельной исследовательской работы и овладение современными методиками исследования при достижении поставленных цели и задач;

определение уровня теоретической и практической подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях научно-технического прогресса, а также умения применять полученные компетенции для решения конкретных практических задач.

Реализация данных целей предполагает освоение обширного теоретического, исторического, и статистического материала в решении той или иной актуальной проблемы.

Вместе с систематизацией и углублением полученных за период теоретического обучения знаний студент в процессе подготовки и написания выпускной квалификационной работы имеет возможность под руководством научного руководителя приобрести умение собирать, обобщать, анализировать литературу, в том числе иностранную.

Исходя из вышесказанного процесс выполнения выпускной квалификационной работы предусматривает решение следующих задач:

обосновать актуальность выбранной темы, ее ценность и практическое применение;

изучить справочную и научную литературу по избранной теме;

собрать и получить необходимые данные для проведения конкретного анализа;

изучить способы математического моделирования исследуемого механического процесса или явления, а так же теоретические и экспериментальные методы решения задач из исследуемой научной области;

получить экспериментальные и числовые результаты, систематизировать их;

провести анализ собранных и полученных данных, используя соответствующие методы обработки и анализа информации;

сделать выводы и разработать рекомендации на основе проведенного анализа;

оформить выпускную квалификационную работу в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подобным материалам;

выполнить все процедуры, претворяющие защиту (рецензирование), успешно защитить выпускную квалификационную работу.

При постановке в выпускной квалификационной работе конкретных практических задач студент должен:

применять теоретические положения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин; исходить из реальной современной практики в области механики;

пользоваться рациональными приемами поиска, отбора, обработки и систематизации информации, работы с научной литературой;

использовать передовые исследования отечественной и зарубежной науки.

#### II. Выбор темы работы и ее утверждение

Начальным этапом выполнения выпускной квалификационной работы является выбор темы. Своевременный и правильный выбор темы определяет успех всей последующей работы студента.

Прежде всего, студенту необходимо ознакомиться с примерной тематикой выпускных квалификационных работ, разработанных кафедрой. При этом следует иметь в виду, что тематика не может разрабатываться раз и навсегда как некий шаблон и быть одинаковой для выпусков разных лет. Рекомендуемая тематика ежегодно обновляется и доводится до сведения студентов. Наряду с темами, вытекающими из научного направления кафедры, в нее включается широкий круг тем, близкими к нему.

Тематическое решение исследовательских задач выпускной квалификационной работы необходимо ориентировать на разработку конкретных проблем, имеющих научно-практическое значение.

При разработке перечня рекомендуемых тем выпускных квалификационных (дипломных) работ выпускающая кафедра исходит из того, что эти темы должны:

соответствовать компетенциям, получаемым студентами;

включать основные направления, которыми студенту предстоит заниматься в своей будущей профессиональной деятельности в качестве ученого в области механики;

Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы. Перечень тем, предлагаемых кафедрой вниманию студентов, не является исчерпывающим. Студент может предложить и свою тему с соответствующим обоснованием необходимости и целесообразности ее разработки, и осуществляет выполнение выпускной квалификационной работы, получив разрешение научного руководителя. При этом самостоятельно выбранная студентом тема должна отвечать направлению "Механика и математическое моделирование".

Выбрать тему помогут такие приемы как просмотр каталогов защищенных выпускных квалификационных (дипломных) работ; ознакомление с новейшими результатами исследований в смежных областях науки, пересмотр известных научных решений при помощи новых методов, с новых теоретических позиций, с привлечением новых исследований и фактов, выявленных, в том числе студентом.

До утверждения темы выпускной квалификационной работы студент должен убедиться в наличии теоретических исследований, статистических данных и других материалов практического характера по данному направлению; выявить проблемы теоретического и практического характера по данной теме; определить возможность сделать

значимые теоретические выводы и (или) практические предложения по итогам исследования.

Тема выпускной квалификационной работы является индивидуальной и не может быть повторена другими студентами. Если одна и та же тема выбрана многими студентами, то заведующий выпускающей кафедры оставляет за собой право закрепить тему за тем студентом, который более аргументировано обоснует свой выбор. Остальным студентам предлагается подобрать другую тему.

Научный руководитель выбирается дипломником самостоятельно на основе личных симпатий, научной специализации и договоренности, руководствуясь утвержденным выпускающей кафедрой списком научных руководителей выпускных квалификационных (дипломных) работ по направлению бакалавриата 'Механика и математическое моделирование' на текущий период. Если дипломник по каким-либо причинам не выбрал руководителя, то последний назначается заведующим выпускающей кафедры исходя из индивидуальной нагрузки преподавателей.

В процессе написания работы формулировка темы может быть подкорректирована, чтобы она наиболее точно соответствовала содержанию работы. Такое редактирование возможно не позднее, чем за один месяц до защиты выпускной квалификационной работы. Полное изменение темы выпускной квалификационной работы или замена руководителя по инициативе студента не допускается.

### III. Определение круга источников, структуры и объема работы

Выбрав тему, необходимо уяснить, в чем заключается сущность предлагаемой идеи, актуальность этой темы, ее теоретическая новизна и практическая значимость. Это значительно облегчает оценку и окончательное закрепление выбранной темы. После этого необходимо составить рабочий план.

Рабочий план начинается с разработки темы, т.е. замысла предполагаемого исследования. Первоначально рабочий план дает характеристику предмета исследования в основных чертах и в дальнейшем уточняется.

В рамках разработки рабочего плана выпускной квалификационной работы следует определить все относящиеся к теме источники, подлежащие изучению и использованию. Для этого следует продумать порядок поиска и приступить к составлению списка литературы и источников по теме, так как основные вопросы проблемы почти всегда изложены в более ранних исследованиях, опубликованных в печати. Хорошо составленный список литературы помогает охватить тему в целом. На ее основе возможно уже в начале исследования уточнить план.

В подборе специальной литературы помогут систематические и предметные каталоги библиотек, библиографические указатели, обзоры публикаций источников и литературы в научных журналах, перечни статей в научных журналах за год, опубликованных в последнем номере того или иного журнала, а также электронные каталоги научных публикаций (такие как, например, [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)). В связи с тем, что естественные науки постоянно развиваются и обогащаются новыми теоретическими положениями, выводами и концепциями, изучение литературы следует начинать с работ, опубликованных в последние годы, а затем переходить к более ранним изданиям. Квалифицированную консультацию об имеющейся литературе могут дать сотрудники научно-библиографических отделов, которые созданы во всех крупных библиотеках (в том числе и в научной библиотеке КФУ).

Изучение литературы по выбранной теме нужно начинать с общих работ, чтобы получить представление об основных ее вопросах, а затем уже вести поиск нового материала. Знакомство со специальной литературой лучше начинать с фундаментальных монографий, затем переходить к более мелким работам и статьям. Во всех случаях студенту следует тщательно проработать учебники и учебные пособия.

При подборе литературы целесообразно обращаться к источникам научного характера. Исследованию подлежат не только отечественные, но и зарубежные работы. При чтении литературы нужно уделить внимание встречающимся в книгах и статьях ссылкам на работы других авторов. Эти ссылки ценны тем, что выделяют главы и страницы той или иной книги, имеющие отношение к исследуемой теме.

Изучение научных публикаций желательно проводить по следующим этапам:

- общее ознакомление с работой в целом по его оглавлению;
- беглый просмотр всего содержания;
- чтение в порядке последовательности расположения материала;
- выборочное чтение какой-либо части произведения;
- критическая оценка записанного, его редактирование и 'чистовая' запись как фрагмент текста будущей дипломной работы со ссылкой на источник.

При изучении литературы не нужно стремиться только к заимствованию материала. Параллельно следует обдумать найденную информацию. Этот процесс должен совершаться в течение всей работы над темой, тогда собственные мысли, возникшие в ходе знакомства с чужими работами, послужат основой для получения нового знания.

Следует отбирать только последние данные, выбирать самые авторитетные источники, точно указывать, откуда взяты материалы. При отборе фактов нужно подходить к ним критически.

Навыки обращения с источниками и специальной литературой, полученные в процессе обучения в университете и закрепленные в период подготовки работы, составляют неотъемлемую часть профессиональной подготовки бакалавра по направлению 'Механика и математическое моделирование'.

Практическая или выпускная квалификационная работа должна содержать:

1. текстовый материал работы, набранный на компьютере и отпечатанный на принтере;
2. отзыв научного руководителя;
3. внешнюю рецензию (для выпускной квалификационной работы);

Структура изложения текстового материала практической или выпускной квалификационной работы следующая:

4. Титульный лист.
5. Оглавление.
6. Введение.
7. Параграфы основной части (как правило, 3-4 параграфа).
8. Заключение.

## 9. Библиография.

## 10. Приложения (при наличии).

Составив библиографию и план практической или выпускной квалификационной работы, студент должен показать их научному руководителю. Который может отметить пропущенные работы, дать совет по вопросу последовательности ознакомления с подобранной литературой, отметить допущенные в плане ошибки с точки зрения содержания, структуры и логичности построения, помочь устранить их, указать особенно важные в теоретическом и практическом отношении вопросы, на которые следует обратить особое внимание исходя из специфики выбранной темы.

Объем текстового материала выпускной квалификационной работы (без приложений) должен составлять 20-40 страниц текста. Оригинальная часть должна быть не менее 8 страниц.

### VI. Порядок защиты работы

К защите выпускной квалификационной работы допускаются студенты, которые полностью выполнили учебный план, успешно сдали государственные экзамены.

Защита работы проводится на заседании государственной аттестационной комиссии (ГАК). Председатель ГАК обычно является специалистом по тематике аттестации, всегда приглашается со стороны. Состав комиссии утверждается приказом ректора.

Время и место проведения защиты, темы допущенных к защите работ и очередность защиты должны быть заблаговременно объявлены приказом по факультету и сообщены секретарем ГАК студентам, руководителям и рецензентам не позже чем за 5 дней до защиты.

Задачи ГАК - выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о том, можно ли студенту присвоить квалификацию 'бакалавр'.

На защите работы членам ГАК должны быть предоставлены следующие документы:

один экземпляр текстовой части работы (подписанной автором и заведующим кафедрой);

отзыв научного руководителя;

внешняя рецензия на работу;

один комплект графических раздаточных материалов (необязателен).

Защита работы проходит публично, на открытом заседании ГАК.

Защита проходит в следующей последовательности:

1. Председатель ГАК объявляет фамилию студента, зачитывает тему работы.

2. Заслушивается доклад защищающегося студента.

3. По окончании доклада студенту задают вопросы председатель и члены комиссии.

4. После ответов студента на вопросы зачитывается отзыв научного руководителя, внешняя рецензия.

На защите работы студент должен выступить с кратким докладом. Текст своего выступления зачитывать не рекомендуется, так как при чтении утрачивается эмоциональность изложения, теряется контакт с членами ГАК и присутствующими. Студенту на выступление дается не более 10-15 минут (оптимально 8 минут). Суметь 'уместить' всю работу в эти временные рамки можно лишь при очень серьезном подходе к написанию своего выступления.

Увеличить информативность выступления при жестком временном ограничении позволяет использование презентации. Расположив слайды в логической последовательности и ссылаясь на них по ходу выступления, защищающийся получает возможность не повторять изложенную в них информацию.

Доклад призван раскрыть существо, теоретическое и практическое значение результатов проведенной работы. В связи с тем, что у большинства членов ГАК нет возможности подробно ознакомиться с работой, выступление помогает им получить представление об уровне студента, о сути работы, ее главных достоинствах и сформулировать соответствующие вопросы. Выступление на защите дает возможность студенту показать свой интеллектуальный уровень и уровень своей профессиональной подготовки, то есть представить себя и свою работу с наиболее выигрышной стороны. Доклад и слайды презентации позволяют защищающемуся студенту сфокусировать внимание комиссии на ограниченном круге проблем и, тем самым, избежать постановки членами комиссии неудобных для себя вопросов.

Конкретно в структурном отношении доклад можно разделить на три логически взаимосвязанные части. Первая часть доклада кратко характеризует актуальность темы, цель, предмет, объект исследования, положения, выносимые на защиту. Во второй, самой большой по объему части, защищающийся в последовательности, установленной логикой проведенного исследования, характеризует каждый параграф работы. При этом особое внимание обращается на итоговые результаты и личный вклад студента. Отмечаются также критические сопоставления и оценки. В заключительной части целесообразно перечислить общие выводы и собрать воедино основные рекомендации.

Стиль дипломной речи - это безличный монолог. Поэтому изложение обычно ведется от третьего лица, так как внимание сосредоточено на содержании и логической последовательности сообщения, а не на субъекте. Качествами, определяющими культуру научной речи, являются точность, ясность и краткость.

Таким образом, общая продолжительность защиты, включая ответы на вопросы, не должна превышать 15-20 минут, в том числе не более 7-8 минут предоставляется студенту для сообщения содержания работы.

После окончания публичной защиты проводится закрытое заседание ГАК. На этом заседании открытым голосованием, простым большинством голосов определяется оценка по итогам защиты работы. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

Студенту, не защитившему работу в установленный срок по уважительной причине, подтвержденной документально, может быть продлен срок обучения до следующего периода работы ГАК, но не более чем на один год. Для этого студент должен сдать в деканат факультета личное заявление с приложенными документами, подтверждающими уважительность причины.



#### 4. Примерные темы выпускных квалификационных работ

Математическое моделирование кинетики химической реакции в реакторе псевдооживленного слоя катализатора  
Оптимизация геометрии конструкций в условиях эксплуатации  
Моделирование процессов взаимодействия пучков арматуры с бетонными элементами конструкций  
Моделирование пористой среды методом конечных элементов  
Численное решение интегрального уравнения контактного взаимодействия для пластины, лежащей на упругом основании  
Глиссирование искривленной пластины по поверхности жидкости бесконечной глубины  
Численное моделирование теплотерь при движении пара в стволе скважины  
Моделирование процессов деформирования элементов конструкции летательных аппаратов  
Экспериментальное исследование контактных взаимодействия пластины с жестким штампом.  
Моделирование движения полидисперсной газозвеси с испаряющимися каплями  
Моделирование процессов неизотермического деформирования элементов армированных конструкций  
Модели испарения одиночных капель  
Исследование процессов деформирования армированных бетонных конструкций  
Разработка конечно-элементного комплекса для расчета пластин и оболочек  
Формулировки тем ВКР могут корректироваться в соответствии с индивидуальными возможностями, потребностями и траекториями обучения конкретных обучающихся, предложениями самих обучающихся, теоретической и практической актуальностью научных и научно-практических проблем. Формулировки тем ВКР могут корректироваться в соответствии с индивидуальными возможностями, потребностями и траекториями обучения конкретных обучающихся, предложениями самих обучающихся, теоретической и практической актуальностью научных и научно-практических проблем.

#### 5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Этапы выполнения выпускной работы реализованы своевременно, в необходимых формах и объёме. Объем текста, количество использованных источников, степень самостоятельности, определяемая автоматическими системами поиска заимствований, объем работы и структура работы соответствуют требованиям. Тема актуальна, соответствует направлению подготовки (специальности), раскрыта надлежащим образом. Используются адекватные задачам ВКР источники, данные, методы исследования, понятийный аппарат, концептуальная основа исследования. Работа самостоятельна, в ней присутствуют собственные выводы автора, представляющие ценность с теоретической и/или практической точки зрения. На защите ВКР обучающийся продемонстрировал свободное владение материалом по теме исследования, дал развернутые обоснованные ответы на заданные вопросы, продемонстрировал отличные навыки публичного выступления.</p>	<p>Этапы выполнения выпускной работы реализованы с небольшими нарушениями сроков, объёма и форм работы. Объем текста, количество использованных источников, степень самостоятельности, определяемая автоматическими системами поиска заимствований, структура работы в основном соответствуют требованиям. Тема соответствует направлению подготовки (специальности), по большей части раскрыта. Используются в целом адекватные задачам курсовой источники, данные, методы исследования, понятийный аппарат, концептуальная основа исследования. Работа в целом самостоятельна, в ней присутствуют собственные выводы автора. На защите ВКР обучающийся продемонстрировал хорошее владение материалом по теме исследования, дал приемлемые ответы на большую часть заданных вопросов, продемонстрировал хорошие навыки публичного выступления.</p>	<p>Этапы выполнения выпускной работы реализованы, но с нарушениями сроков, объёма и форм работы. Объем текста, количество использованных источников, степень самостоятельности, определяемая автоматическими системами поиска заимствований, находятся на нижней границе допустимого. Тема соответствует направлению подготовки (специальности), частично раскрыта. Используются частично адекватные источники, данные, методы исследования, понятийный аппарат, концептуальная основа исследования. Уровень самостоятельности работы низкий. На защите ВКР обучающийся продемонстрировал удовлетворительное владение материалом по теме исследования, дал частично удовлетворяющие ответы на некоторые заданные вопросы, продемонстрировал слабые навыки публичного выступления.</p>	<p>Этапы выполнения выпускной работы не реализованы должным образом. Объем текста, количество использованных источников, степень самостоятельности, определяемая автоматическими системами поиска заимствований, структура работы не соответствуют требованиям. Тема не соответствует направлению подготовки (специальности), раскрыта недостаточно или не раскрыта. Используются неадекватные задачам ВКР источники, данные, методы исследования, понятийный аппарат, концептуальная основа исследования. Работа несамостоятельна. На защите ВКР обучающийся продемонстрировал неудовлетворительное владение материалом по теме исследования, не смог дать или дал некорректные ответы на заданные вопросы, продемонстрировал отсутствие навыков публичного выступления.</p>

## 6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 №636).

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2015 года №714.

Регламент государственной итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 30 декабря 2016 года № 0.1.1.67-06/248/16.



Регламент подготовки и защиты выпускной квалификационной работы обучающимися федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 11 февраля 2016 года № 0.1.1.67-06/33-к/16.

Регламент проведения государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 31 марта 2017 года № 0.1.1.67-07/59-г.

## 7. Литература

1. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 860 с. - ISBN 978-5-8114-2235-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91899> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нигматулин Р.И., Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика: учебник / Нигматулин Р. И. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 640 с. - ISBN 978-5-9704-2898-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428986.html> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с. - ISBN 978-5-8114-1623-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/42190> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Андреев, В. К. Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1998-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/67464> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И. Л. Акулич. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0916-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2027> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 8. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы

Рекомендуется придерживаться в структуре следующих основных разделов:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- параграф 1: постановка задачи
- параграф 2: теоретические основы изучаемой проблемы, изложение экспериментальных и/или теоретических методов исследования, получение решения задачи
- параграф 3: описание результатов экспериментов и/или числовых расчетов, систематизация и анализ полученных результатов, разработка предложений и практических рекомендаций;
- заключение;
- библиография;
- приложения.

После титульного листа помещается оглавление, в котором приводятся заголовки основных разделов работы и указываются номера страниц, с которых они начинаются. Заголовки параграфов в оглавлении должны точно повторять заголовки в тексте.

Введение - вступительная часть выпускной квалификационной работы, в которой необходимо

- обосновать актуальность разрабатываемой темы, ее теоретическую и практическую значимость;
- определить границы исследования (объект, предмет, хронологические рамки);
- назвать основную цель работы и подчиненные ей задачи, решение которых связано с реализацией поставленной цели;

указать методологическую базу (избранный научный метод или методы);

дать краткое описание структуры и содержания выпускной квалификационной работы.

Введение должно начинаться с обоснования актуальности выбранной темы выпускной квалификационной работы. Освещение актуальности должно быть аргументированным, но немногословным. Для понимания состояния разработанности выбранной темы, составляется краткий обзор литературы, который в итоге должен привести к выводу, что данная тема еще не раскрыта (или раскрыта лишь частично или не в том аспекте) и потому нуждается в дальнейшей разработке.

Обязательным элементом введения является формулировка объекта и предмета исследования. Объект

исследования - это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения, носитель рассматриваемой проблемы. Предмет исследования - это то, что находится в границах выбранного объекта исследования. Это предметная область, включающая в себя те стороны и свойства объекта, которые в наиболее полном виде выражают исследуемую проблему (скрывающие в ней противоречия) и подлежит изучению. Именно на предмет исследования направлено основное внимание студента, именно предмет определяет тему выпускной квалификационной работы, которая обозначается на титульном листе как заглавие.

Цель - идеальное представление конечного результата, то, чего нужно достичь в конечном итоге. Формулировка цели обязательно должна согласовываться с названием работы. Для достижения поставленной цели следует сформулировать ряд задач. Перечень поставленных задач должен быть согласован с содержанием и структурой выпускной квалификационной работой.

Далее во введении определяется методологическая база. Здесь указываются те или иные применяемые в работе научные методы исследования.

В конце введения раскрывается структура и содержание выпускной квалификационной работы, т.е. дается перечень ее структурных элементов с обоснованием последовательности их расположения и кратким описанием их содержания.

Стиль изложения введения - тезисный, форма изложения - постановочная. По объему введение должно составлять примерно 10% от общего количества текстового материала.

Следует помнить, что по содержательности и качеству написания введения можно судить о степени компетентности автора, его знания освещаемой проблемы и во многом можно составить мнение о характере работы в целом.

За введением следует основная часть выпускной квалификационной работы. Она делится на параграфы. Разделение параграфов на подразделы не допускается. Все параграфы необходимо выделять так, чтобы они были соразмерны друг другу, как по структуре, так и по объему. Не менее важно иметь в виду, что они являются логическим продолжением друг друга, то есть соединяются последовательностью изложения, вытекают один из другого.

В первом параграфе описываются исходные данные задачи, дается физическая постановка задачи, выбирается известная или предлагается собственная математическая модель изучаемого механического процесса или явления, на основе которой формулируется математическая постановка задачи. Рекомендуемый объем этого параграфа 1-3 страницы.

Второй параграф посвящается теоретическим или теоретико-методологическим основам изучаемой проблемы. Если работа носит экспериментальный характер, то описываются экспериментальная установка и методика проведения эксперимента. Если работа теоретическая, то излагается известный или разрабатывается новый аналитический, или численно-аналитический метод решения задачи, выводятся основные расчетные формулы. Если работа вычислительная, то описываются методики построения численных расчетных схем, алгоритмов, программных процедур, используемых вычислительных пакетов. Рекомендуемый объем этого параграфа - 40 % от общего объема работы.

Третий параграф посвящается получению экспериментальных и вычислительных результатов, их анализу, верификации, оценке достоверности, сравнению с известными результатами и получению практических выводов, разработке предложений и рекомендаций. Исследование состояния проблемы производится на основе методики и методов, изложенных во втором параграфе.

Здесь описываются технические и методические аспекты основных этапов решения поставленных задач. Указывается точность и возможные ограничения выбранных аналитических и(или) численных методов решения. Перечисляются значения всех параметров и настроек расчетных методов, необходимых для возможности однозначного воспроизведения результатов расчетов читателем.

Рекомендуемый объем третьего параграфа - 40 % общего объема.

Завершает выпускную квалификационную работу заключение, которое содержит окончательные выводы, характеризующие итоги работы студента в решении поставленных во введении задач.

Заключение должно быть кратким (не более 2 страниц текста). Оно должно отражать

- оценку общего состояния объекта исследования;
- итоги анализа изучаемой проблемы, решения поставленной задачи;
- перечень и краткую характеристику выводов и рекомендаций, предлагаемых автором по исследованной проблеме.

Если при выполнении выпускной квалификационной работы студент по каким-либо причинам не достиг прогрессивного решения, то в заключении следует указать причины, и охарактеризовать перспективы дальнейшего развития работы в этой области.

После заключения приводится библиографический список (использованной литературы). Каждый включенный в список источник должен иметь отражение в тексте работы. Не следует включать в библиографический список те работы, на которые нет ссылок в тексте дипломной работы. Рекомендуемое количество использованных источников информации в списке - не менее 5. Библиографический список должен содержать современные источники (не позднее 5 лет), отражая актуальность выбранного исследования.

Должна использоваться сквозная нумерация источников с использованием следующих источников

1. монографии и научные статьи;
2. учебники и учебные пособия;
3. электронные материалы.

В приложение выносятся все материалы вспомогательного или дополнительного характера. Это могут быть копии подлинных документов, выдержки из отдельных материалов, статистические данные, объемные таблицы (более одной страницы), формы документации, вспомогательные графические иллюстрации, объемные вычисления, оригинальные алгоритмы, тексты оригинальных программ. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты, уравнения.

Необходимым требованием к работе является самостоятельное выполнение ее студентом. Не следует допускать

дословное переписывание текстов из книг и использование устаревшей литературы; подмену научно-аналитического стиля написания беллетристическим; подмену изложения теоретических вопросов длинными библиографическими справками; небрежного оформления работы.

О выполнении предъявляемых к дипломной работе требований свидетельствует подпись автора работы и дата, проставляемые на титульном листе работы.

### **9. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации консультаций;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации защиты выпускной квалификационной работы;
- для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляется право выбора, с учетом индивидуальных психофизических особенностей, формы проведения итоговой аттестации (устно, письменно, с использованием технических средств и др.);
- для выступления на защите выпускной квалификационной работы обучающимся с ОВЗ и инвалидам могут быть предоставлены специальные технические средства, возможно привлечение ассистентов;
- увеличение продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы, выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе "Механика твердого деформируемого тела".