Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.06.2026 14:17:42
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Государственной итоговой аттестации

Направление подготовки/специальность
15.03.03 Прикладная механика

Профиль/специализация
Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

1. **Место государственной итоговой аттестации в структуре ОПОП**

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации № 220 от 12 марта 2015 г. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 16 апреля 2015 г. регистрационный № 36869). К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по образовательной программе высшего образования по направлению 15.03.03 Прикладная механика

2. **Структура государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Государственная итоговая аттестация обучающихся по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика проводится в форме:

а) государственного экзамена;

б) защиты выпускной квалификационной работы.

3. **Планируемые результаты освоения образовательной программы, контролируемые в ходе государственной итоговой аттестации**

Код и наименование компетенции	Код и содержание индикатора достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1. Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации ИУК-2.3. Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования
УК-3. Способен осуществлять	ИУК-3.1. Определяет свою роль в команде, исходя из стратегии

социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	сотрудничества для достижения поставленной цели, учитывая особенности поведения и интересы других участников команды ИУК-3.2. Планирует и анализирует последствия личных действий, адекватно оценивает идеи и предложения других участников для достижения поставленной цели в командной работе ИУК-3.3. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды, соблюдая установленные нормы и правила социального взаимодействия, несет личную ответственность за свой вклад в результат командной работы
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (ых) языке (ах)	ИУК-4.1. Учитывает особенности деловой коммуникации на государственном и иностранном языках в зависимости от особенностей вербальных и невербальных средств общения ИУК-4.2. Умеет вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном и иностранном языках с учетом своеобразия стилистики официальных и неофициальных писем, а также социокультурных различий в формате корреспонденции ИУК-4.3. Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык РФ и с государственного языка РФ на иностранный
УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	ИУК-5.1. Анализирует и интерпретирует события, современное состояние общества, проявления его межкультурного разнообразия в социально-историческом, этическом и философском контекстах ИУК-5.2. Осознает систему общечеловеческих ценностей, понимает значение для развития цивилизаций исторического наследия и социокультурных традиций различных социальных групп, этносов и конфессий, а также мировых религий, философских и этических учений ИУК-5.3. Взаимодействует с людьми с учетом социокультурных особенностей в целях успешного выполнения

	профессиональных задач и социальной интеграции
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ИУК-7.1. Грамотно выбирает методы здоровьесбережения для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности ИУК-7.2. Поддерживает оптимальный уровень физической нагрузки для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности ИУК-7.3. Соблюдает нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного

	происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях
УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	ИУК-9.1. Обладает представлениями об инклюзивной компетентности и особенностях применения базовых дефектологических знаний в социальной и профессиональной сферах ИУК-9.2. Проявляет толерантность в отношении к инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья ИУК-9.3. Применяет принципы недискриминационного взаимодействия с людьми с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья с учетом их социально-психологических особенностей при коммуникации в различных сферах жизнедеятельности
УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	ИУК-10.1. Понимает базовые принципы функционирования макроэкономики и экономического развития, цели и виды участия государства в экономике ИУК-10.2. Представляет основные закономерности функционирования микроэкономики и факторы, обеспечивающие рациональное использование ресурсов и достижение эффективных результатов деятельности ИУК-10.3. Применяет методы экономического и финансового планирования для достижения личных финансовых целей, использует адекватные поставленным целям финансовые инструменты управления личным бюджетом, оптимизирует собственные финансовые риски
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	ИУК-11.1. Обладает развитым правосознанием и сформированностью правовой культуры, уважением к праву и закону. Знает существующие антикоррупционные правовые нормы ИУК-11.2. Понимает сущность и модели коррупционного поведения и формы его проявления в различных сферах личной и профессиональной деятельности ИУК-11.3. Соблюдает правила общественного взаимодействия, адекватно применяет нормы права и способы профилактики и противодействия коррупции

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания ИОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
ОПК - 2. Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	ИОПК-2.1 Применяет основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации
ОПК - 3. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	ИОПК-3.1 Осуществляет профессиональную деятельность с учетом экономических и социальных ограничений ИОПК-3.2 Осуществляет профессиональную деятельность с учетом экологических ограничений
ОПК - 4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-4.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий ИОПК-4.2 Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности
ОПК - 5. Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью	ИОПК-5.1 Работает с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью
ОПК - 6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической	ИОПК-6.1 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий

культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	
ОПК - 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИОПК-7.1 Применяет современные экологические и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК – 8 Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений в машиностроении	ИОПК-8.1 Проводит анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений в машиностроении
ОПК – 9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ИОПК-9.1 Внедряем и осваивает новое технологическое оборудование
ОПК – 10 Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах	ИОПК-10.1 Контролирует и обеспечивает производственную и экологическую безопасность на рабочих местах
ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии;	ИОПК-11.1 Контролирует и обеспечивает производственную и экологическую безопасность на рабочих местах

ОПК-12 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	ИОПК-12.1 Учитывает современные тенденции развития техники и технологий в профессиональной деятельности
ОПК-13 Способен владеть методами информационных технологий подготовки конструкторско-технологической документации с соблюдением основных требований информационной безопасности;	ИОПК-13.1 Владеет методами информационных технологий подготовки конструкторско-технологической документации с соблюдением основных требований информационной безопасности
ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ИОПК-14.1 Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ПК-1 Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность	ИПК-1.1 Проводит расчеты на прочность различных типовых конструкций: балочных, ферменных, пластинок, оболочек; соединений элементов конструкций ИПК-1.2 Составляет расчетные схемы, компоновки и теоретические увязки отдельных элементов авиационных конструкций на основании конструкторской и другой технической документации ИПК-1.3 Выполняет эскизы деталей авиационных конструкций простой и средней сложности ИПК-1.4 Чертит расчетные схемы для проведения расчетов на прочность ИПК-1.5 Применяет методики конечно-элементного анализа конструкций ИПК-1.6 Читает и понимает техническую документацию на английском языке ИПК-1.7 Составляет отчеты и техническую документацию по тематике работы

	ИПК-1.8 Использует стандартное программное обеспечение при оформлении документации и инженерных расчетах ИПК1.9 Использует программное обеспечение для расчетов на прочность

В результате освоения образовательной программы выпускник должен:

Знать:

- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость;
- теоретические и экспериментальные методы исследований;
- способы составления описаний выполненных научно-исследовательских работ;
- основные проблемы в области прикладной механики;
- методы проектирования деталей и узлов с применением современных программных средств;

Уметь:

- проводить расчеты деталей и узлов, как аналитическими, так и экспериментальными методами, в том числе численными;
- составлять описания выполненных научно-исследовательских работ с применением информационных технологий;
- решать проблемы в области прикладной механики с применением соответствующего физико-математического аппарата, экспериментального оборудования и компьютерных систем;
- проектировать детали и узлы машин и конструкций

Владеть: методами и опытом аналитического, экспериментального и компьютерного исследования, анализа и расчета деталей и узлов машин, и конструкций

4. Программа государственных экзаменов

4.1. Форма проведения государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по дисциплинам образовательной программы, результаты освоения, которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена.

Форма проведения государственного экзамена: письменный экзамен с последующим собеседованием.

Государственный экзамен проводится по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов.

На подготовку к ответу, обучающемуся дается не более 45 минут.

На экзамене обучающемуся разрешается пользоваться Программой государственного экзамена. Запрещено иметь при себе и использовать средства связи.

На ответ обучающегося членам экзаменационной комиссии отводится не более 15 минут. По окончании ответа, обучающегося председатель и члены экзаменационной комиссии, могут задавать дополнительные вопросы (как правило, не более трех). Решение комиссии принимается простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в голосовании. При равном числе голосов решающим является голос председателя.

Результаты сдачи государственного экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протокола заседания экзаменационной комиссии.

4.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания в процессе государственного экзамена

Критерии оценивания результатов:

1. Соответствие ответов формулировкам вопросов в экзаменационном билете. Понимание предоставленной информации.
2. Полнота, четкость изложения материала.
3. Качество ответа (логичность, убежденность, общая эрудиция).

Используемая шкала оценивания результатов, продемонстрированных при сдаче государственного экзамена – 4-х балльная (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Описание шкалы оценивания результатов при сдаче государственного экзамена

«Отлично»	студент глубоко и прочно усвоил весь материал, включенный в программу государственного экзамена, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с практикой в соответствующей предметной области, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями (при их наличии), правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
«Хорошо»	студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий (при их наличии)
«Удовлетворительно»	студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий (при их наличии)
«Неудовлетворительно»	студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи (при их наличии)

4.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

Вопросы для оценки освоения компетенции ОК-7, ОПК-5, ПК-2

1. Метрологическая классификация методов измерений. Типы и виды средств измерений.
2. Механические датчики перемещений и деформаций
3. Оптические и оптомеханические датчики перемещений и деформаций
4. Струнный тензометр: принцип действия и применение
5. Пневматический тензометр: принцип действия и варианты реализации
6. Реохордные и реостатные датчики перемещений: принцип действия и варианты реализации
7. Резистивная тензометрия: тензоэффект, виды и типы тензодатчиков
8. Резистивная тензометрия: способы подключения датчиков в измерительную цепь моста Уитстона
9. Резистивная тензометрия: получение и обработка результатов для общего случая напряженно-деформированного состояния
10. Емкостные датчики: физический принцип и реализация
11. Индуктивные датчики: физический принцип и реализация
12. Трансформаторные датчики: физический принцип и реализация
13. Индукционные датчики скорости вращения: физический принцип и реализация

14. Волоконно-оптические датчики: принцип и общая классификация. Датчики на основе Брэгговских решеток
15. Метод хрупких покрытий
16. Рентгеновский метод измерения остаточных напряжений
17. Методы муаровых полос: получение и обработка результатов для случая плоской деформации
18. Методы муаровых полос: получение и обработка результатов для случая деформации изгиба
19. Методы фотоупругости: плоский полярископ, получение и обработка результатов
20. Разделение переменных в методе фотоупругости (использование теоретических соотношений).
21. Объемная фотоупругость – метод «замораживания»
22. Метод оптически-чувствительных покрытий
23. Основные методы голографической интерферометрии
24. Основные методы спекл-интерферометрии.
25. Метод корреляции цифровых изображений: принцип получения и обработки результатов.
26. Основные понятия и характеристики в элементарной теории ошибок измерений.
27. Функции распределения случайной величины и плотности распределения, их параметры и основные свойства. Нормальный закон распределения Гаусса
28. Точечное выборочное оценивание математического ожидания и дисперсии.
29. Интервальное оценивание параметров распределения случайной величины. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Оценивание математического ожидания.
30. Интервальное оценивание параметров распределения случайной величины. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Оценивание дисперсии.
31. Проверка статистических гипотез. Отсев грубых погрешностей (по критерию Смирнова)
32. Проверка статистических гипотез. Сравнение двух дисперсий (по критерию Фишера)
33. Проверка статистических гипотез. Проверка однородности нескольких дисперсий (по критерию Кочрена)
34. Проверка статистических гипотез. Сравнение математического ожидания с заданной величиной (по критерию Стьюдента).
35. Проверка статистических гипотез. Сравнение двух математических ожиданий (по критерию Стьюдента).
36. Проверка гипотез о виде функции распределения случайной величины. Построение гистограммы распределения случайной величины
37. Проверка гипотез о виде функции распределения случайной величины по критерию Пирсона
38. Проверка гипотез о виде функции распределения случайной величины по критерию Колмогорова – Смирнова
39. Полиномиальная интерполяция. Вычисление значений полинома по схеме Горнера
40. Полиномиальная интерполяция. Полиномы Лагранжа
41. Понятия о сплайн-интерполяции. Алгоритмы
42. Методы численного дифференцирования табличных функций
43. Методы численного интегрирования: формулы прямоугольников и трапеций
44. Методы численного интегрирования: формула Симпсона.
45. Регрессионный анализ. Линейный метод наименьших квадратов
46. Нелинейный метод наименьших квадратов. Способы линеаризации
47. Решение СЛАУ в методе наименьших квадратов с помощью алгоритма Гаусса

48. Обработка данных эксперимента как обратная задача механики деформируемого твердого тела: основные понятия и примеры
49. Методология планирования эксперимента. Планирование первого порядка: понятия о полном и дробном факторном эксперименте
50. Методология планирования эксперимента. Планирование второго порядка.

Вопросы для оценки освоения компетенции ОПК-3, ПК-3

1. Основные понятия и положения аналитической динамики. Основные понятия.
2. Механическая система. Связи. Степень свободы.
3. Обобщенные координаты, скорости и ускорения. Обобщенные силы.
4. Возможные перемещения. Вариации. Консервативная система.
5. Дифференциальные и интегральные принципы механики: принцип Даламбера, принцип Лагранжа, принцип Даламбера-Лагранжа, принцип Гамильтона.
6. Уравнение Лагранжа 2-ого рода.
7. Введение в теорию малых колебаний. Критерии устойчивости.
8. Теорема Дирихле.
9. Критерий Сильвестра. Математическое представление внешних воздействий.
10. Классификация колебательных систем.
11. Колебания систем с одной степенью свободы. Составление уравнений движения.
12. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания линейной системы.
13. Колебания систем с одной степенью свободы. Графическое изображение колебаний.
14. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания с демпфированием. Виды трения.
15. Колебания систем с одной степенью свободы. Логарифмический декремент, его связь с коэффициентом вязкого сопротивления.
16. Вынужденные колебания линейной системы.
17. Уравнения движения в прямой и обратной формах. Реакция системы на импульсное силовое воздействие.
18. Функция Грина.
19. Реакция системы на гармоническое воздействие.
20. Передаточная функция. Амплитудно-частотная характеристика. Коэффициент динамичности.
21. Реакция системы на периодическое воздействие.
22. Метод Фурье.
23. Реакция системы на произвольное воздействие.
24. Метод спектральных представлений.
25. Метод функции Грина. Реакция системы на поток ударных импульсов. Метод Дуффинга.
26. Реакция системы на внезапное нагружение. Переходные колебания.
27. Колебания линейной системы при кинематическом воздействии. Составление уравнений движения.
28. Реакция на импульсное кинематическое воздействие. Реакция на кинематическое гармоническое воздействие.
29. Реакция на произвольное кинематическое воздействие.
30. Метод спектральных представлений Фурье.
31. Защита от вибрации. Коэффициент виброизоляции.
32. Параметрические колебания.
33. Колебания нелинейных систем.
34. Параметрические колебания. Свободные колебания. Точное решение.
35. Амплитудно-частотная характеристика.
36. Фазовая траектория.

37. Приближенные методы анализа колебаний нелинейных систем.
38. Метод прямой линеаризации.
39. Метод гармонического баланса.
40. Метод припасовывания.
41. Вынужденные колебания. Автоколебания.
42. Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Составление уравнений движения.
43. Свободные колебания. Собственные частоты и формы колебаний.
44. Ортогональность собственных форм. Вынужденные колебания.
45. Метод спектральных представлений Фурье: Метод главных координат. Метод функции Грина.
46. Колебания систем при кинематическом воздействии.
47. Динамическая модель автомобиля. Вертикальные и продольные колебания.
48. Приближенные методы анализа колебаний систем. Метод Релея. Метод Донкерлея.
49. Метод Граммеля. Метод динамических податливостей.
50. Метод конечных элементов.
51. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Гипотезы и допущения. Свободные колебания стержня.
52. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Спектр собственных частот и форм колебаний.
53. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Ортогональность собственных форм.
54. Колебания стержневых систем с распределенными упругоинерциальными параметрами. Вынужденные колебания стержня.
55. Крутильные колебания вала.
56. Уравнение крутильных колебаний. Свободные колебания. Вынужденные колебания.
57. Изгибные колебания балки. Свободные колебания.
58. Решение в форме функций А.Н. Крылова. Граничные и начальные условия. Определение частот и форм собственных колебаний.
59. Ортогональность собственных форм колебаний: вынужденные колебания.
60. Колебания пластин. Частоты и формы собственных колебаний. Вынужденные колебания.

Вопросы для оценки освоения компетенции ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-12

1. Особенности задач обеспечения прочности конструкции автомобилей и тракторов.
2. Деформированное состояние тела. Выражение компонент деформаций через производные от перемещений
3. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния.
4. Соотношения упругости изотропного материала при плоском напряженном состоянии. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига.
5. Соотношения упругости для плоского деформированного состояния.
6. Многопролетные многоопорные статически неопределимые балки.
7. Уравнение трех моментов для многопролетных многоопорных балок.
8. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании.
9. Краевой эффект при изгибе балки на упругом основании.
10. Краевые условия в задаче изгиба балки на упругом основании
11. Метод сил и метод перемещений.
12. Основные положения метода перемещении на примере расчета стержневых систем.
13. Матрицы жесткости и податливости.

14. Локальные и глобальные координаты. Формулы преобразования векторов и матриц.
15. Расчет стержневых систем методом перемещений.
16. Матрица жесткости стержневого конечного элемента.
17. Матрица жесткости балки
18. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений.
19. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов.
20. Основные понятия метода конечных элементов.
21. Определения: конечный элемент, степени свободы конечного элемента, узлы конечного элемента, функции формы конечных элементов.
22. Основные типы конечных элементов.
23. Степени свободы конечного элемента.
24. Функции формы конечных элементов.
25. Свойства функций формы.
26. Прямой метод получения соотношений МКЭ. Стержневой конечный элемент.
27. Формирование глобальной матрицы жесткости конструкции из матриц жесткости отдельных элементов (на примере стержневой задачи).
28. Принцип минимума потенциальной энергии, как возможная основа МКЭ.
29. Основные соотношения метода конечных элементов на основе принципа минимума потенциальной энергии.
30. Балочный конечный элемент. Гипотезы деформирования балок.
31. Функции формы балочного конечного элемента (полиномы Эрмита).
32. Изгиб бруса большой кривизны.
33. 2. Распределение напряжений в поперечном сечении бруса большой кричизны при чистом изгибе.
34. Гипотезы и допущения теории тонкостенных стержней В.З.Власова.
35. Особенности деформации тонкостенных стержней.
36. Определение секториальных характеристик профилей.
37. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого поперечного профиля. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого поперечного профиля. Бимомент.
38. Депланация поперечного сечения при свободном кручении стержней открытого поперечного профиля.
39. Определение положения центра кручения (изгиба).
40. Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения.
41. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения тонкостенного стержня.
42. Поперечный изгиб тонкостенных стержней
43. Многопролетные статически неопределимые балки.
44. Метод сил для решения задачи многопролетных балок.
45. Балки на упругом основании.
46. Вывод уравнений изгиба балки на упругом основании.
47. Краевые условия и условия стыковки участков изгиба составной балки на упругом основании.
48. Изгиб балок на упругом основании постоянной жесткости.
49. Построение частных решений уравнений прогиба балок на упругом основании. Метод расчета "длинных" балок на упругом основании.
50. Понятие о краевом эффекте изгиба балок на упругом основании.
51. Расчет балок переменной жесткости на упругом основании.
52. Метод перемещений для расчета стержневых систем.
53. Основные идеи метода перемещений на примере расчета стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие.

54. Матрицы жесткости и податливости стержня.
55. Локальные и глобальные координаты стержня.
56. Формулы преобразования векторов и матриц при расчете стержневой системы методом перемещений.
57. Расчет плоских рам методом перемещений.
58. Матрица жесткости стержня при совместном учете деформаций изгиба и растяжения.
59. Матрица жесткости и вектор узловых сил пространственного стержневого элемента.
60. Основные положения МКЭ в форме метода перемещений.
61. Расчет пространственных стержневых систем методом конечных элементов на ЭВМ.
62. Балочный конечный элемент.
63. Основные гипотезы и допущения теории тонкостенных стержней Власова-Уманского.
64. Особенности деформации тонкостенных стержней.
65. Свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
66. Стесненное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.
67. Определение секториальных характеристик профилей.
68. Депланации поперечного сечения. Бимомент.
69. Определение положения центра кручения (изгиба).
70. Определение нормальных и касательных напряжений стесненного кручения.
71. Вывод и решение дифференциального уравнения стесненного кручения.
72. Поперечный изгиб тонкостенных стержней.
73. Вариационная формулировка метода перемещений.
74. Энергия деформации. Потенциал внешних сил. Потенциальная энергия системы. Принцип минимума потенциальной энергии.
75. Принцип возможных перемещений.
76. Вариационные принципы Кастилиано и Хелингера-Рейсснера.
77. Метод Ритца.
78. Метод Бубнова-Галеркина.
79. Соотношения метода конечных элементов на основе вариационного подхода.
80. Осесимметричная деформация кольцевых деталей. Расчет колец на прочность и жесткость.
81. Осесимметрично нагруженные толстостенные цилиндры - задача Ламе. Вывод основных соотношений.
82. Напряжения и деформации в толстостенном цилиндре при действии внутреннего и наружного давления.
83. Напряжения и деформации в толстостенном составном цилиндре. Формулы Гадолина.
84. Расчет дисков постоянной толщины в аналитической форме. Диски равного сопротивления.
85. Посадочные напряжения в дисках, определение освобождающего и разрушающего числа оборотов вращающихся дисков.
86. Конечный элемент, используемый при расчете пластин.
87. Осесимметрично нагруженные цилиндрические оболочки.
88. Осесимметричный изгиб круглых и кольцевых пластин. Основные гипотезы и допущения. Вывод основных соотношений.
89. Интегрирование дифференциального уравнения изгиба круглых и кольцевых пластин.
90. Граничные условия и условия стыковки при расчете изгиба круглых и кольцевых пластин.

91. Расчет на прочность и жёсткость изгиба круглых и кольцевых пластин.
92. Круглые пластины ступенчатой толщины, подкрепленные кольцевыми ребрами.
93. Расчет оболочек вращения по безмоментной теории. Основные гипотезы и допущения. Геометрия срединной поверхности.
94. Условия существования безмоментного состояния оболочек вращения. Вывод разрешающих уравнений.
95. Расчет безмоментных оболочек нагруженных равномерным и гидростатическим давлением.
96. Моментная теория осесимметричных цилиндрических оболочек. Вывод основных уравнений.
97. Интегрирование дифференциальных уравнений осесимметричного изгиба цилиндрических оболочек.
98. Граничные условия при расчете осесимметричного изгиба цилиндрических оболочек.
99. Особенности расчета "длинных" цилиндрических оболочек. Краевой эффект.
100. Геометрия пространственной кривой. Естественный трехгранник Френе. Касательная, нормаль и бинормаль. Кривизна и крутка.
101. Геометрия поверхности. Криволинейные координаты. Первая квадратичная форма поверхности. Параметры Ламе. Кривизны нормального и наклонного сечений.
102. Вторая квадратичная форма поверхности. Теорема Менье.
103. Линии кривизны поверхности. Главные кривизны поверхности. Средняя и гауссова кривизна поверхности.
104. Деривационные формулы Вейнгартена.
105. Векторы вращения триедра поверхности при движении вдоль координатных линий.
106. Тождества Кодацци-Гаусса.
107. Гипотезы Кирхгоффа-Лява в теории пластин и оболочек.
108. Деформации и изменения кривизны срединной поверхности оболочки (общая теория оболочек). Варианты конечных и малых деформаций, малых перемещений.
109. Деформации эквидистантной поверхности оболочки (общая теория оболочек).
110. Напряженное состояние оболочки (общая теория оболочек).
111. Внутренние силы и моменты в оболочке (общая теория оболочек).
112. Уравнения равновесия элемента оболочки.
113. Соотношения упругости в теории оболочек.
114. Понятие о вариационном выводе уравнений равновесия в общей теории оболочек.
115. Граничные условия в общей теории оболочек.
116. Анализ структуры уравнений теории тонких оболочек.
117. Теории расчета многослойных пластин и оболочек. Учет деформаций поперечного сдвига. Расчет трехслойных пластин.
118. Понятие о расчетах оболочек в геометрически нелинейной постановке.
119. Естественно закрученные стержни. Плоские криволинейные стержни. Основные гипотезы и допущения в моделях естественно закрученных стержней.
120. Уравнения равновесия плоских и пространственных криволинейных стержней.
121. Прикладные задачи механики криволинейных стержней. Определение НДС цилиндрических пружин при произвольных нагрузках.
122. Понятие о нелинейных задачах статики криволинейных стержней и методах их решения.

4.4. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена.

Расписание консультаций по государственному экзамену утверждается проректором по учебной и научной работе и размещается на стендах кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» и сайте Университета.

При подготовке к ответу на экзаменационный билет во время проведения государственного экзамена обучающийся должен:

- осмысленно, логично и полностью воспроизводить изученный материал, выделять в нём главные положения;
- уметь доказывать и аргументировать правильность и обоснованность усвоенных теоретических положений и своих методологических и мировоззренческих позиций в сфере образовательной деятельности;
- показать способность анализировать и сравнивать различные подходы решения научной или дидактической проблемы;
- уметь переносить усвоенные знания на объяснение педагогических явлений и фактов современного образовательного процесса;
- уметь продемонстрировать способность применять полученные знания на практике;
- уметь использовать полученные знания для самостоятельного приобретения новых знаний в области дидактики, теории воспитания и практики научно-исследовательской работы;
- давать полные ответы на дополнительные вопросы в рамках экзаменационного билета.

В ходе подготовки необходимо уяснить, что ответы на вопросы практической направленности следует давать в устной форме, но раскрывая при этом алгоритм практической деятельности с необходимой степенью детализации и конкретизации (с этой целью при необходимости можно воспользоваться чистой бумагой со штампом для письменных ответов).

При подготовке обучающийся имеет право пользоваться программой итоговой аттестации, а также с разрешения экзаменационной комиссии справочной литературой. В случае обнаружения у выпускника после получения им экзаменационного билета учебных пособий, методических материалов, учебной и иной литературы (за исключением разрешенных для использования на государственном экзамене), конспектов, шпаргалок, независимо от типа носителя информации, а также любых технических средств и средств передачи информации, либо использования им подсказки, вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы и (или) средства в подготовке к ответу на государственном экзамене, комиссия изымает до окончания государственного экзамена указанные материалы и (или) средства с указанием соответствующих сведений в протоколе заседания Государственной экзаменационной комиссии и принимает решение об оценке знаний такого выпускника «неудовлетворительно», либо о продолжении государственного экзамена (заслушивании ответа на экзаменационный билет).

4.5. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену.

основная литература:

1. *Остроградский, М. В.* Лекции по аналитической механике / М. В. Остроградский. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 288 с. URL: https://urait.ru/bcode/454229

2. *Дрещинский, В. А.* Методология научных исследований: учебник для вузов / В. А. Дрещинский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 274 с. URL: https://urait.ru/bcode/453548
3. Филатов, Ю.Е. Введение в механику материалов и конструкций [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 320 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93704
4. Иванов, Д. Ю. Математическая обработка результатов измерений в примерах: учебное пособие / Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарев. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 35 с. URL: https://e.lanbook.com/book/157060
5. Щурин К. В., Копылов О. А., Панин И. Г. Планирование и обработка результатов эксперимента: учебно-практическое пособие. - Королев МО: Технологический университет; Саратов: Амирит, 2019. - 196 с. URL: https://reader.lanbook.com/book/140930#2
6. Меженная, Н. М. Основы теории вероятностей и математической статистики: учебно-методическое пособие / Н. М. Меженная, И. А. Рудаков. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 117 с. URL: https://e.lanbook.com/book/172868
7. Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс]: учеб. / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 656 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/121

дополнительная литература:

1. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 532 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94741
2. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 320 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65949
3. Гуляев, В.П. Специальный раздел механики. Деформации и разрушение стальных изделий [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 232 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95138
4. Шевчук, В.П. Расчет динамических погрешностей интеллектуальных измерительных систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2008. — 288 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59502
5. Васильков, Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5110.
6. Светлицкий, В.А. Строительная механика машин. Механика стержней. В 2 т. Т.2. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59574
7. Кузьмин, Л.Ю. Строительная механика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 296 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76273

4. Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения

5.1 Процедура выбора и утверждения темы ВКР

ВКР, представляет собой квалификационную работу, выполняемую на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных обучающимся в течение всего срока обучения в университете по выбранному направлению подготовки высшего образования. Основной задачей ВКР является демонстрация не только глубокого понимания изученного материала, но и умения обучающихся проводить самостоятельную научную работу, владения им различными методиками, позволяющими осуществить научный анализ собранной им информации.

ВКР является комплексной самостоятельной работой, в ходе которой обучающийся решает конкретные практические задачи, соответствующие профилю деятельности и уровню образования, развивает практические навыки в реальных условиях в период прохождения преддипломной практики. При этом обучающийся использует знания, полученные по общепрофессиональным дисциплинам, профессиональным модулям за весь период обучения в университете.

Тема выпускной квалификационной работы выбирается индивидуально с учетом профильности программы.

5.2 Требования к выпускным квалификационным работам, в том числе к объему, содержанию и оформлению ВКР

ВКР представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида деятельности к которой готовится бакалавр: научно-исследовательская, проектно-конструкторская.

Примерные темы ВКР:

1. Разработка блока 4МТШ и проверка его на виброустойчивость и отсутствие резонанса
2. Расчет на прочность топливного бака жидкостного ракетного двигателя
3. Расчет на прочность комплекса камеры сгорания ЖРД и порохового аккумулятора давления.
4. Разработка экспериментально-расчетного метода определения параметров деформированного состояния в окрестности геометрических концентраторов напряжений
5. Экспериментальное исследование виброхарактеристик элементов конструкций, контактирующих с жидкой средой
6. Экспериментально-расчетный метод диагностирования конструкционных дефектов на основе оптических средств измерений параметров деформированного состояния
7. Расчетно-экспериментальная оценка прочности камеры управления рулями ракеты класса земля-воздух
8. Исследование вибродемпфирующих свойств новых материалов для модификации масляного поддона и клапанных крышек двигателя автомобиля
9. Оценка напряжённо-деформированного состояния и ресурса узла крепления внешней подвески груза на вертолёте
10. Исследование свойств устойчивости упругих неоднородных стержней применительно к строительным конструкциям летательных аппаратов

Подготовка и защита ВКР предполагает наличие у студента умений и навыков формулировать и решать задачи, системно анализировать общие тенденции и конкретные ситуации в области компьютерного моделирования и прочностного анализа, владеть методическим аппаратом, позволяющим исследовать, анализировать и прогнозировать явления в области прикладной механики. При выполнении ВКР студент показывает навыки самостоятельного решения на современном уровне задач, связанных со своей профессиональной деятельностью, профессионального изложения специальной информации, научной аргументации и защиты своей точки зрения.

ВКР должна свидетельствовать о способности и умении автора:

- проводить квалифицированное исследование на актуальную тему;
- обнаруживать связь теории и практики в рамках определенной темы исследования;
- вести поиск и обработку информации из различных видов источников;
- проводить статистическую обработку данных и делать анализ полученных результатов;

- делать обоснованные выводы по результатам исследования, имеющие новизну и практическую значимость.

Контроль за написанием ВКР осуществляется научным руководителем, и выпускающей кафедрой.

ВКР должна содержать следующие структурные элементы и в следующем порядке:

1) титульный лист;
2) задание на выпускную квалификационную работу;
3) аннотация;
4) содержание;
5) введение;
6) основная часть;
7) заключение;
8) список использованной литературы;
9) приложения.

Структура пояснительной записки

А). Титульный лист

На титульном листе в соответствующей графе должна быть написана тема, в точности совпадающая с ее названием в приказе о допуске студента к работе. Далее в соответствующих графах указывается фамилия, имя, отчество (полностью) студента; фамилии и инициалы научного руководителя, заведующего кафедрой. Рядом проставляются соответствующие подписи с обязательным указанием даты. Работа принимается к защите после сбора всех подписей.

Б). Задание на выпускную квалификационную работу

Задание состоит из темы основной части, которая полностью повторяет название темы выпускной квалификационной работы, т.к. является основной как в смысловом отношении, так и по объему материала.

В). Аннотация (в том числе на иностранном языке)

Объем до 0,5 страницы и должна содержать:

1) сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, приложений (например, 85 стр., 17 рис., 16 табл., 2 приложения);

2) краткую информацию о содержании работы и количестве листов графической части, выносимом на защиту.

Г). Содержание

Здесь указываются самые важные и крупные разделы и подразделы работы на усмотрение студента. Каждому пункту соответствует номер страницы.

Д). Введение

Во введении отражает логику проведенного исследования и позволяет оценить степень проработанности темы. Введение является самостоятельной ча-стью работы, которая ни в содержании, ни в тексте не обозначается цифрами. Отражается следующее:

• обоснование выбора темы, ее актуальность;
• характеристика степени разработанности темы в отечественной и мировой науке;
• формулировка проблемы исследования;
• основная цель и задачи работы;
• объект и предмет исследования;
• научная новизна;
• методы исследования;

• характеристика практической значимости исследования;
• структура работы.

Цель работы определяет, для чего проводится исследование, что планируется получить в результате. Достижение цели выпускной квалификационной работы ориентирует студентов на решение выдвинутой проблемы в двух основных направлениях – теоретическом и прикладном.

Задачи работы представляют собой достижения цели работы. Это этапы, на каждом из которых производится та или иная исследовательская операция (изучение литературы, сбор эмпирических данных, их анализ, построение классификаций, разработка методик и их реализация и т.д.).

Объект исследования – это то, на что направлен процесс познания.

Предмет исследования – это наиболее значимые с теоретической или практической точки зрения свойства, стороны, проявления, особенности объекта, которые подлежат непосредственному изучению. Это угол зрения на объект, аспект его рассмотрения, дающий представление о том, что конкретно будет изучаться в объекте, как он будет рассматриваться, какие новые отношения, свойства, функции будут выявляться.

Новизна научных положений является важнейшим требованием, предъявляемым к ВКР. Научные положения могут представлять собой законы, закономерности, зависимости, свойства, явления, методы исследований, новые технологии и методы обоснования их параметров и др. В научных положениях может быть все новым, частично новым, а также может содержаться лишь новая совокупность известных положений. К элементам новизны, которые могут быть представлены в работе, относятся следующие:

- новый объект исследования, т.е. задача, поставленная в ВКР,
рассматривается впервые;
- новая постановка известных проблем или задач (например, снятие
допущений, принятие новых условий);
- новый метод решения;
- новое применение известного решения или метода;
- новые следствия из известной теории в новых условиях;
- новые результаты эксперимента, их следствия;
- новые или усовершенствованные критерии, показатели и их обоснование;
- разработка оригинальных математических моделей процессов и явлений,
полученные с их использованием данные.

Представление использованных методов исследования позволяет оценить полноту охвата полученных умений и навыков при выполнении выпускной квалификационной работы.

Характеристика практической значимости позволяет оценить способность применять полученные навыки и умения к анализу конкретного объекта исследования.

Е). Основная часть

Этот раздел работы является основной и целевой ее частью. Он, в свою очередь, должен быть разделен на следующие обязательные разделы.

Объект исследования

Здесь дается описание исследуемых конструкции, узла, агрегата, детали, их предназначения, условий эксплуатации, методики расчетов и проведения экспериментов. Указываются особенности, выделяются слабые места и элементы объекта с точки зрения их влияния на его несущую способность или долговечность. Проводится сравнительный анализ эффекта этих особенностей в аналогичных изделиях. Указываются пути решения поставленных целей и задач. В заключение обосновывается и формулируется конкретная задача расчетно-теоретического или экспериментального исследования несущей способности и долговечности выбранной конструкции.

Если в основной части разрабатывается технологический процесс, связанный с деформированием твердых тел, то в этом пункте дается описание исходного материала, формы заготовки, предполагаемого метода и характера деформирования. Производится сравнительное обоснование выбранной схемы техпроцесса наряду с другими возможными путями получения того же изделия. В итоге формулируется конкретная задача об определении параметров техпроцесса на основе методов механики деформируемого твердого тела.

Расчетные случаи

В этом разделе определяются и описываются случаи нагружения конструкции, обусловливающие самые высокие значения напряжений и деформаций в ней и определяющие тем самым опасные по разрушению режимы.

Для технологических процессов расчетными случаями являются оптимальные сочетания нагрузок и скоростей деформации, позволяющие в кратчайшие сроки получить изделие с заданными параметрами. По существу, определение расчетного случая в техпроцессе и является решением основной задачи, поэтому в данном пункте следует дать лишь качественное его описание.

Расчетная схема

В этом разделе приводятся идеализированные схемы исследуемых объектов, освобожденные от второстепенных деталей, особенностей формы и механических свойств, не влияющих заметным образом на несущую способность конструкции. Внешние нагрузки схематизируются так, чтобы их распределение в наибольшей степени совпадало с реальным.

Граничные условия моделируются таким образом, чтобы в узлах крепления не возникали лишние напряжения и деформации, а характер закрепления объекта соответствовал реальному, по крайней мере, в передаче главных векторов усилий и моментов со стороны опор.

Следует помнить, что расчетная схема является моделью реального объекта и предметом непосредственного исследования. Поэтому степень приближенности расчетной схемы определяет достоверность результатов.

Постановка задачи

В этом разделе на основании принятых расчетных схем и случаев нагружения четко и в сжатой форме излагается предмет исследования, суть предстоящей задачи и математическая модель объекта исследования. Математическая модель представляется в виде замкнутой системы уравнений относительно выбранных параметров напряженно-деформированного состояния конструкции. Уравнения равновесия, геометрические и физические соотношения следует обособить в отдельных подразделах.

Выбор уравнений (дифференциальных, интегральных, вариационных и т.п.) производится студентом самостоятельно в соответствии с характером задачи и эффективностью ее решения (точность, простота, наглядность и т.д.).

Разрешающая система уравнений обязательно должна быть выведена из общих теоретических предпосылок. Непосредственное заимствование готовых соотношений из каких-либо источников недопустимо. Каждый шаг при выводе необходимых уравнений должен быть пояснен. Указанный вывод желательно поместить в отдельный подраздел.

Если в основной части работы ставится экспериментальная задача, то обязательно дается подробное описание опытной модели или натурного образца конструкции, используемых способов нагружения, измерительной и регистрирующей аппаратуры.

Постановка задачи должна быть достаточно полной так, чтобы применение ЭВМ было необходимо.

Метод решения поставленной задачи

В этом разделе следует подробно обосновать и описать выбранный метод решения основных уравнений. Критериями для выбора метода являются точность, быстрота, экономичность и т.п., например, при использовании конечно-разностного метода необходимо изложить его теорию, а затем последовательно использовать ее для вывода разностного аналога исходной системы уравнений. Указанные операции можно проводить в произвольной форме – скалярной, векторной, матричной – по усмотрению студента.

Большие массивы чисел приводить не обязательно, но если они имеют методическое значение, то следует поместить их в конце пояснительной записки в виде приложения.

Разработанные самостоятельно математические программы следует приводить обязательно. Если же используется готовый программный комплекс, то на него необходимо сделать ссылку, дать его краткую характеристику с указанием использованных для данной задачи ресурсов. Использование ЭВМ при решении задач обязательно.

Результаты исследования

В этом разделе излагаются результаты проведенного расчета, производится их подробный анализ, и делаются необходимые выводы о прочностной надежности обследуемой конструкции или о параметрах физического процесса. Для изложения результатов используются графики, диаграммы, рисунки и т.п. графические средства, а также таблицы. Для наглядности можно использовать и цветные изображения. Особенно полезными для понимания являются совмещенные изображения исходной и деформированной схем конструкции, данные разными цветами. Допускается также нанесение плоских или пространственных эпюр напряжений и других физических величин непосредственно на модель конструкции. Если это затруднительно, то вместо них возможно нанесение числовых значений напряжений, деформаций на модель конструкции, представленную в разностном или конечно-элементном изображении.

Иллюстративный материал приводится попутно по мере анализа и обобщения полученных результатов. Проведенное исследование должно заканчиваться выводами о несущей способности конструкции в соответствии с критериями - статическими, динамическими, долговечности или надежности– в зависимости от рода задачи.

Выводы – новые суждения, а точнее умозаключения, сделанные на основе

анализа теоретического и/или эмпирического материала. Выводы должны содержать оценку соответствия результатов поставленным целям, задачам и проблеме исследования.

Ж). Заключение

В заключении ВКР отражаются следующие аспекты:

- актуальность изучения проблемы в целом или ее отдельных аспектов;
- перспективность использованного подхода;
- научная новизна работы;
- целесообразность применения тех или иных методов и методик;
- сжатая формулировка основных выводов, полученных в результате

проведения исследования.

Содержание графической части работы

А). Общий вид конструкции (1-2 листа)

Общий вид изображается в произвольном масштабе в плоских проекциях или в изометрии, но так, чтобы создавалось полное и непосредственное представление об объекте. Если речь идет об узле или детали в составе сложной конструкции, то их следует выделить на общем виде посредством соответствующих разрезов и сечений, а затем дать их обособленные изображения. Общий вид не следует перегружать излишней информацией по размерам, достаточно дать основные габариты. Не обязательно строго соблюдать

стандарты изображения, а преследовать главную цель – наглядность, объемность, доходчивость.

Б). Расчетные схемы (1-2 листа)

Расчетные схемы и случаи нагружения также в произвольном масштабе с необходимыми текстовыми пояснениями изображают в совокупности с моделью объекта. Если объект трехмерен, то предпочтение следует отдавать пространственному изометрическому изображению, а при необходимости – с разрезами и сечениями. Если расчет конструкции производится конечно-разностным методом, то целесообразно ее модель изображать с нанесением разностной сетки или как конечно-элементную совокупность.

В). Постановка задачи и математическая модель (1-2 листа)

Записываются на плакатах основные уравнения, определяющие математическую постановку задачи. Запись этих соотношений по усмотрению студента может производиться в скалярной, векторной, тензорной или матричной формах. Предпочтение отдается наиболее емкой, краткой, но и наглядной форме записи. При необходимости следует давать краткие выводы определяющих соотношений из общих предпосылок. Все соотношения и выводы должны сопровождаться краткими поясняющими надписями и заголовками, например, «Уравнения равновесия», «Физические уравнения», «Принцип Лагранжа» и т.п.

Г). Метод решения (1-2 листа)

Тем же способом изображения, что и математическая модель, приводится и метод решения задачи. Кратко дается его теория и более развернуто – применение к конкретной задаче. Поясняются его преимущества, скорость сходимости, точность и т.п. Для этого используются геометрические схемы и рисунки.

Д). Результаты исследования (1-2 листа)

Представляются найденные в результате решения задачи, определяющие функции напряженно-деформированного состояния исследуемой конструкции. Формы представления произвольны – графики, диаграммы, таблицы, совмещенные изображения исходных и деформированных поверхностей и объемов. Для большей наглядности целесообразно нанесение на эти изображения координатных сеток. Количество и информативность графических изображений и текстов должны соответствовать исчерпывающему изложению результатов исследования.

Оформление ВКР

Пояснительная записка и включенные в нее иллюстрации, таблицы, распечатки с ЭВМ выполняются на листах бумаги формата А4 (210Х297 мм). Для громоздких рисунков и таблиц допускается формат А3 (297Х420 мм).

Текст в пояснительной должен быть выполнен с одной стороны листов бумаги машинным способом в программе Microsoft Word (шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал – 1,5). Заголовки таблиц и подрисуночные надписи допускается печатать шрифтом 12 через 1 интервал.

Знаки, символы, обозначения, а также математические формулы могут быть вписаны от руки черными чернилами, причем они должны иметь размер не менее размера букв основного текста. Надстрочные и подстрочные индексы могут быть меньших размеров, но не менее 2 мм.

На листах желательно нанести рамки с полями: левое – 20 мм; верхнее, правое и нижнее – по 5 мм. В нижней части листов вдоль короткой стороны разместить штампы.

На первых листах основных разделов штампы выполняют по форме 2, а других – по форме 2,а в соответствии с ГОСТ 2.104-01 ЕСКД. Основные надписи.

В графах штампов (номер граф на формах обозначен в скобках) указывают:
в графе 1 – название темы проекта, например, «Вибронагруженность длинномерной легкодеформируемой транспортной системы при движении по дороге со случайными неровностями»;
в графе 2 – обозначение документа, например, МПМ.07.01.02.ПЗ, где ПМН– буквенное обозначение направления; 07 – две последние цифры года выпуска; 01 – номер выпускника по приказу на выпускную квалификационную работу; 02– номер раздела; ПЗ – буквенное обозначение пояснительной записки;
в графе 3 – наименование ВУЗа и номер группы;
в графе 4 и следующих за ней вниз графах – фамилии студента, руководителя, нормоконтролера, заведующего кафедрой;
остальные графы – в соответствии с обозначением граф.

Нумерация структурных элементов

Каждый раздел (структурный элемент, см. стр. 5) записки должен начинаться с нового листа. Заголовки разделов, подразделов и пунктов отделяются друг от друга и от основного текста двумя интервалами. Абзацный отступ должен составлять 5 знаков. Заголовки разделов печатаются в середине строки, а подразделов и пунктов с абзаца без подчеркивания. Сокращения и переносы слов в заголовках разделов, подразделов и пунктов не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Название разделов следует печатать прописными буквами, например, «1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА». Такими же буквами следует печатать заголовки: «АННОТАЦИЯ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СОДЕРЖАНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ».

Разделы основной части пояснительной записки должны иметь порядковую нумерацию арабскими цифрами с точкой. Все элементы содержания внутри раздела – подразделы, таблицы, формулы – обозначают двумя числами, написанными арабскими цифрами и разделенными точкой (а в заголовках и в подрисуночных надписях после указанного номера ставят еще одну точку). Первое число показывает номер раздела, а второе – очередной номер подраздела, рисунка, таблицы, формулы, например:
«2.1. Структурная схема» – означает, что это первый подраздел второго раздела.

Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер его включает в себя номер раздела, подраздела и очередного пункта, разделенных точками, например: «2.1.3. Расчет приспособления…».

Аннотация, введение, заключение, содержание и список использованной литературы не нумеруются.

Нумерация страниц

Страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всей записке. Номер страницы располагается вверху посередине строки без дефисов справа и слева. Титульный лист и задание на работу (проект) включаются в общую нумерацию страниц, но номера на них не ставятся. Таблицы, иллюстрации и распечатки с ЭВМ, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию.

Нумерация листов в штампах (см. приложение 3, рис. П.3.3.) производится в пределах каждого раздела, начиная с заглавного листа раздела (см. рис. П.3.2).

Составление текста пояснительной записки

При составлении пояснительной записки вначале следует составить ее структуру (рубрикацию), т.е. распределить материал работы (проекта) между отдельными логически подчиненными частями (рубриками) – разделами, подразделами и пунктами, - снабженными краткими, но полностью отражающими их содержание заголовками.

Принятую рубрикацию необходимо выдерживать по всей записке, т.е. следует строить ее так, чтобы каждый раздел содержал подразделы, каждый подраздел – пункты. Нельзя давать вступительные тексты в разделах вне подразделов, а в подразделах – вне пунктов.

Текст пояснительной записки должен быть написан с соблюдением всех правил русского языка и тщательно отредактирован. Все предложения следует писать в прошедшем времени в безличной форме. Должно быть, соблюдено единство терминологии. Применять термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Единица физической величины одного и того же параметра в тексте должна быть постоянной, выраженная в системе СИ (приложения 4, 5). Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физических величин, то ее указывают только после последнего числового значения, например: «2,0; 3,5; 17,5 мм».

Сокращению подлежат часто употребляемые в пояснительной записке названия нормативно-технических документов или характерных технических терминов. С этой целью при первом упоминании названия какого-либо нормативно-технического документа или технического термина, состоящего из нескольких слов, его пишут полностью, не пропуская ни одного слова, а затем в круглых скобках указывают соответствующее сокращенное обозначение. Приведем примеры: «напряженно-деформированное состояние (НДС); метод конечных элементов (МКЭ) и т.д.».

Однозначные числа, не имеющие после себя единиц физических величин и используемые в косвенных падежах, рекомендуется писать в буквенной, а не в цифровой форме, например: одного, двух и т.д. Крупные круглые числа – тысяча, миллион и т.д. – рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме, например: 10 кН; 20 МПа и т.п. (приложение 6).

Знаки №, %, ºС и другие в тексте ставят только при числах, записанных в цифровой форме. При записи чисел в буквенной форме указанные знаки заменяют словами, например: (20%; 15ºС) двадцать процентов; пятнадцать градусов по Цельсию.

Математические знаки =, <, > и другие допускается применять только в формулах и таблицах. В тексте их следует передавать словами «равно», «меньше», «больше» и т.д., например, нельзя писать: «… напряжение > 100 МПа». Нужно писать: «… напряжение больше 100 МПа».

Если в работе имеются расчеты, то они в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия (конструкции);
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- анализ результатов расчета, выводы.

Если в работе имеются повторяющиеся или однотипные расчеты, то в пояснительной записке следует привести расчеты для одного случая, а результаты расчета для остальных случаев представить в виде таблицы. При необходимости все повторяющиеся расчеты можно дать в приложениях.

В пояснительной записке не следует смешивать два понятия – «величина» и «значение» (к сожалению, это происходит очень часто) и использовать термин «величина» вместо «значение», так как это разные понятия. Величина – это то, что можно измерить или вычислить. В частности, величиной являются сила, напряжение, работа, мощность и т.д. Для измерения различных физических величин установлены единицы измерения – единицы физических величин. Результатами этих измерений и являются значения физических величин. Поэтому словосочетание «величина напряжения» эквивалентно выражению «величина величины», т.е. является тавтологией.

В тексте перед обозначением параметра следует давать его пояснение, например: «временное сопротивление разрыву ».

Описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием штрихом и нанесением на том же месте исправленного текста (графика) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью.

Формулы и уравнения

Формулы и уравнения нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами, которые помещают у правого края страницы и заключают в круглые скобки. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки в тексте записки. Номер формулы должен состоять из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например,: (3.1) – первая формула третьего раздела. Если какая-либо формула является разновидностью приведенной ранее формулы, ее нумеруют тем же номером, что и исходную формулу и добавляют строчную (малую) букву русского алфавита, например, (4.1а).

После каждой формулы необходимо ставить знак препинания, который необходим для правильного построения фразы. Если формула находится в конце фразы, то после нее ставят точку. Все упомянутые знаки препинания ставят непосредственно за формулой, до ее порядкового номера.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно за формулой. При этом после формулы ставят запятую, а затем на новой строке у левого края страницы пишут слово «где» (без двоеточия после него) и за ним обозначение первой величины и его расшифровку. Значения каждого последующего символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. В конце каждой расшифровки ставят точку с запятой, а в конце последней расшифровки – точку.

Иллюстрации

Все иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, схемы) именуются рисунками и их следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте записки.

Иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию в пределах раздела. Обозначение иллюстрации располагается снизу, и оно состоит из сокращенного слова «Рис.», номера раздела и порядкового номера самой иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рис. 4.1» – означает, что это первый рисунок четвертого раздела. Если рисунок не имеет названия, то в конце номера точка не ставится.

Рисунок может иметь название и подрисуночный текст (приложение 7). В этом случае в конце номера ставят точку, делают пробел и печатают текст названия. Примеры ссылок на рисунки в тексте: «Исследование проведено на основе расчетной схемы каркаса, показанной на рис. 1.5.», «На основе расчетной схемы каркаса (рис. 1.5) проведено исследование…». При повторных ссылках добавляют спереди см., например, «На схеме (см. рис. 1.5)».

Для наглядного изображения и анализа массовых данных составляются диаграммы. В соответствии с формой построения различают диаграммы линейные, плоскостные и объемные.

Результаты обработки числовых данных можно представить в виде графиков, т.е. условных обозначений величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии. Как правило, графики снабжаются координатной сеткой по осям абсцисс и ординат. Можно вместо сетки наносить по осям короткими рисками масштаб. На концах координатных осей стрелок не ставят. Следует избегать дробных значений масштабных делений по осям координат. Числа у шкал следует размещать горизонтально вне поля графика или диаграммы непосредственно у делительного штриха. Если началом отсчета обеих шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал одной вертикали с числовыми значениями по оси ординат и на одной горизонтали с числовыми значениями по оси абсцисс. Обозначение переменных величин и единиц их измерения, разделенных запятой, следует помещать в конце каждой шкалы вместо последнего числового значения величины (приложение 8).

Без сетки допускаются графики, координатные оси которых не имеют численных значений, например, графики, поясняющие лишь принципиальную картину процесса изменения

состояния, характер изменения функций и т.д. В таких случаях оси координат заканчиваются стрелками.

Таблицы

В таблицы оформляют цифровой материал. Каждую таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте записки, причем при ссылке слово «Таблица» дается в сокращенном виде – «табл.», например: «Значения напряжений в опасных точках конструкции даны в табл. 1.3».

Все таблицы в пояснительной записке и на плакатах (чертежах) должны быть выполнены в соответствии с определенными правилами. Правильно составленная таблица должна содержать три части: головку (так называют верхнюю часть таблицы), боковик (левая вертикальная графа или столбец) и прографок (второй и последующие вертикальные столбцы, разлинованные по вертикали). Поясняющий пример приведен в приложении 9.

Наименования величин или предметов, которые характеризуются в таблице, указывают в виде заголовков или в головке, или в боковине (или в них обоих), а значения соответствующих величин или наименования предметов – в прографке.

Обычно в боковине и прографке с помощью горизонтальных прямых выделяют отдельные строки. Часть головки таблицы, расположенная над вторым или последующим столбцами, обычно состоит из заголовков к каждому столбцу. Если же несколько столбцов таблицы содержат значения одной и той же величины при разных условиях, то заголовок в головке составляют так, чтобы его начальная часть являлась общей для этих столбцов, а последующая часть имела разные варианты, отражающие особенности отдельных столбцов и помещаемые над этими столбцами. Часть головки, расположенная над боковиком, должна иметь свой заголовок и не иметь никаких диагональных линий. Заголовки в головке и боковике следует формулировать кратко, излагая их в именительном падеже и, как правило, в единственном числе, а все слова заголовка печатать без сокращений.

Каждая таблица должна иметь общий заголовок, помещаемый над ее головкой посередине строки, и порядковый номер. Последний располагается у правого края страницы над заголовком после слова «Таблица».

Таблицы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер состоит из номера раздела и порядкового номера самой таблицы, разделенных точкой. В конце номера таблицы точка не ставится, например: «Таблица 2.3» – третья таблица второго раздела.

Числовые значения в каждой графе должны иметь одинаковое число десятичных знаков, причем классы чисел во всех графах должны быть расположены точно один под другим.

После числовых данных в таблице не ставят единицы измерения, их выносят в текст головки, боковика или общего заголовка таблицы.

Примечания и сноски к таблицам помещают непосредственно под таблицей. При одном примечании после слова «Примечание» ставят точку и на той же строке, начиная с прописной (заглавной) буквы излагают текст примечания. Если примечаний несколько, то после слова «Примечание» ставят двоеточие и на той же строке излагают первое примечание, поставив перед ним единицу с точкой и пробел. Последующие примечания пишут с красных строк после соответствующих цифр.

При переносе части таблицы на другой лист (страницу) ее название и номер указывают только один раз над первой частью таблицы. Над другими перенесенными частями пишут слова и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 2.3».

Требования к оформлению списка использованной литературы

В список использованных источников включаются все печатные и рукописные материалы, которыми пользовался автор дипломного проекта в процессе его выполнения. Количество использованных источников свидетельствует о глубине проработанности поставленной проблемы. Список литературы должен состоять не менее чем из 50 наименований монографических работ, научных статей (нормативные акты не являются ни

монографическими работами, ни научными статьями). В ВКР обязательно использование иностранных источников.
Рекомендуемым способом расположения материала в списке использованных источников является их расположение в порядке упоминания в тексте при сквозной для всей работы нумерации источников. Также допускается расположение источников в алфавитном порядке.
Каждому источнику в списке присваивается один номер, которым он нумеруется при первом упоминании о нем. При дальнейшем, даже многократном, упоминании данного источника в работе он будет иметь тот же номер.
В тексте работы ссылки на источник даются в виде его номера, заключенного в квадратные скобки, например: «[4]». На все источники, указанные в списке использованной литературы должны быть ссылки в тексте.
Правила оформления списка использованных источников определяются требованиями стандарта – ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».
Приложения
Приложения располагают после списка литературы. Их цель – избежать излишней нагрузки текста различными аналитическими, расчетными, статистическими материалами, которые не содержат основную информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь заголовок, напечатанный прописными буквами. Перед заголовком в правом верхнем углу после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» помещают его порядковый номер. Для нумерации приложений используются арабские цифры. Номера помещенных в приложении рисунков, таблиц и формул состоят из номера приложения и порядкового номера рисунка, таблицы или формулы. Например,: «Рис. П.1.3» – третий рисунок первого приложения; «Таблица П.2.4» – четвертая таблица второго приложения; «(П.2.3)» – формула три второго приложения. Если имеется только одно приложение, то оно не нумеруется. При этом рисунки, таблицы и формулы имеют только порядковые номера («Рис. П.1», «Таблица П.2», «(П.5)»).
Правила оформления графической части
Графическая часть ВКР состоит из чертежей, схем и плакатов, которые выполняют по ГОСТ 2.104-01 и ГОСТ 2.401-93.
Все надписи на чертежах и плакатах выполняют стандартным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81. «ЕСКД. Шрифты чертежные». Основные надписи (штампы) на чертежах и схемах располагают по ГОСТ 2.104-68. Форма 1 предназначена для первого листа чертежа. Все последующие листы чертежа должны иметь основные надписи по форме 2,а (приложение 3). Заполнение графов штампа аналогично заполнению штампа для пояснительной записки (см. п. 3.1). В обозначении документа (чертежа или плаката) на конце взамен букв ПЗ вводятся буквы ГР, например, ДИП.07.01.02.ГР, где ДИП – буквенное обозначение специальности; 07 – две последние цифры года выпуска; 01 - номер выпускника по приказу на выполнение выпускной квалификационной работы; 02 – номер плаката; ГР – буквенное обозначение графической части.
Чертежи выполняют в масштабах, указанных в ГОСТ 2.302-68. Рекомендуемые масштабы уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и т.д.; увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1 и т.д.
Толщина линий при выполнении чертежей (плакатов) должна соответствовать ГОСТ 2.302-68. Обозначение на чертежах видов, сечений и разрезов должно соответствовать ГОСТ 2.305-68.

5.3 Процедура допуска к защите ВКР

Обучающийся, допущенный к защите выпускной квалификационной работы, обязан за 14 дней до его представления сдать на выпускающую кафедру готовую ВКР в одном экземпляре в печатном виде, а также на электронном носителе. Руководитель дает

письменный отзыв на подготовленную ВКР обучающегося не позднее чем за 7 календарных дней до даты начала проведения итоговых аттестационных испытаний.

В отзыве руководитель ВКР отражает степень освоения обучающимся компетенций, оцениваемых выполнением выпускной квалификационной работы.

Вопрос о допуске работы к защите решается заведующим кафедрой после ознакомления с отзывом руководителя работы и рецензией.

Тексты выпускных квалификационных работ размещаются выпускающей кафедрой в электронно-библиотечной системе Университета и проверяются на объем заимствования. Новизна текста должна быть не менее 70%

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ обеспечивается в соответствии с законодательством Российской Федерации с учетом изъятия производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

5.4 Процедура защиты ВКР

Защита работы проводится на открытом заседании ГЭК. Слово для доклада обучающемуся предоставляет председатель ГЭК. Для доклада основных положений работы, обоснования сделанных им выводов и предложений обучающемуся предоставляется 10-15 минут:

- доклад обучающегося – до 10 минут;
- ознакомление с отзывом руководителя и рецензией– 2 минуты;
- ответы на вопросы и замечания рецензента и комиссии – 3 минуты.

Доклад следует начинать с обоснования актуальности выбранной темы исследования и его цели. Далее раскрывается основное содержание работы с выявлением исследуемой проблемы, а затем освещаются основные результаты работы, а также сделанные автором выводы и предложения. Обучающийся должен сделать свой доклад свободно, не читая письменного текста. В процессе доклада необходимо использовать компьютерную презентацию работы, заранее подготовленный наглядный графический (таблицы, схемы) или иной материал (например, проекты уставов, нормативных актов и т.д.), иллюстрирующий основные положения работы.

После доклада обучающемуся предлагается ответить на вопросы членов ГЭК. Вопросы должны быть из области знаний, соответствующих профилю направления, по которой проводится защита работы. Полнота и глубина ответа, обучающегося в значительной мере влияют на оценку работы. Затем мнение о работе высказывает руководитель и рецензент. В случае их отсутствия, отзыв и рецензия оглашаются.

Результаты защиты работы оцениваются членами ГЭК в соответствии с критериями оценки, представленными в программе Итоговой государственной аттестации. Решения ГЭК принимаются на основании критериев оценки ВКР на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии. При равном числе голосов голос председательствующего на заседании ГЭК является решающим.

Лицам, не проходившим государственных аттестационных испытаний по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязательств, вызов в суд, отмена рейса, отсутствие билетов, погодные условия), предоставляется возможность пройти государственные аттестационные испытания без отчисления из Университета, но не позднее 6 месяцев после завершения ГИА. Обучающийся должен предоставить документ, подтверждающий причину отсутствия.

Лица, не прошедшие ГИА по неуважительной причине или получившие на ГИА неудовлетворительные оценки, вправе пройти ГИА повторно не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем через пять лет после прохождения ГИА впервые. В этом случае обучающиеся отчисляются из Университета как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана с выдачей справки об обучении. Для повторного прохождения ГИА указанные лица по их заявлению восстанавливаются в университет на период не менее периода, предусмотренного учебным графиком для ГИА по соответствующей образовательной программе. Указанные лица могут повторно пройти ГИА не более двух раз.

При восстановлении в Университет для прохождения повторной ГИА обучающемуся может быть изменена тема ВКР. Если обучающийся не представляет ВКР в установленный срок, защита переносится на следующий год с утверждением новой темы и учетом времени на разработку ВКР!

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию, порядок которой устанавливается локальным нормативным актом университета: «Порядок подачи и рассмотрения апелляций о нарушении процедуры проведения государственного испытания и (или) несогласия с его результатами государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский политехнический университет».

Оценки по результатам защиты работ объявляются в день их защиты после оформления в установленном порядке протокола заседания комиссии.

После защиты, выполненные обучающимися работы, сдаются в архив и хранятся в установленном порядке.

5.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания в ходы выполнения и защиты ВКР

Показатели и критерии оценивания компетенций

Показатель оценивания – результаты публичной защиты ВКР на предмет освоения составляющих компетенций «ЗНАТЬ», «УМЕТЬ», «ВЛАДЕТЬ».

В результате публичной защиты ВКР, обучающийся должен продемонстрировать достижение следующих целей:

1. Систематизация, закрепление и углубление знаний, умений, навыков, сформированных компетенций.

2. Определение способности и умения обучаемого, опираясь на полученные знания, умения и сформированные общекультурные, общепрофессиональных и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, аргументировано защищать свою точку зрения.

Критерии оценивания результатов:

1. Демонстрирует фактическое и теоретическое знание в пределах темы ВКР.

2. Применяет диапазон практических умений, требуемых для развития творческих решений в рамках темы ВКР.

3. Проводит оценку, выносит предложения по совершенствованию действия, работы в рамках темы ВКР.

Используемая шкала оценивания результатов, продемонстрированных в ходе публичной защиты ВКР – 4-х балльная (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Описание шкалы оценивания результатов при подготовке и защите ВКР

Критерий оценки подготовки и защиты ВКР	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Написание пояснительной записки				
1. Обоснованность решений проблемы исследования, анализ проблемы	Проблема не решена, так как решение проблемы не обосновано	Решение проблемы обосновано частично, даны отрывочные сведения о проблеме исследования	Решение проблемы обосновано, анализ проблемы недостаточно полный	Решение проблемы обосновано полностью и тщательно, анализ проблемы полный дано всестороннее освещение избранной темы в тесной взаимосвязи с практикой и современностью, а студент показал умение работать с основной литературой и нормативными документами
2. Рекомендации по практическому использованию результатов	Рекомендации отсутствуют	Нет рекомендаций по внедрению на производство	Внедрение на уровне предприятия (организации)	Внедрение на уровне предприятий (организаций) региона
3. Взаимосвязь решаемых задач	Задачи исследования не решены, имеется фрагментарная связь между отдельными задачами и частями исследования.	Решение задач в целом взаимосвязано, но наблюдается относительная изолированность частей исследования	Решение задач взаимосвязано, но недостаточно определено место решенной задачи в связи с более общей научно	Все части исследования взаимосвязаны и соотнесены с более общей научной проблемой
4. Уровень проведения эксперимента	Низкий: методики и их уровень лишь частично соответствуют целям и задачам; экспериментальное исследование отсутствует; репрезентативность выборки вызывает сомнения.	Средний: методики и уровень исследований не полностью соответствуют его целям и задачам; экспериментальное (модельное) исследование отсутствует; выборка репрезентативна.	Высокий: Методики и уровень исследований в достаточной степени соответствуют его целям и задачам; оценивание не вполне точное; выборка репрезентативна.	Очень высокий. Методики и уровень исследований полностью соответствуют его целям и задачам; количественное и качественное оценивание адекватно и точно; работа полностью завершена, получена работоспособная система с достаточным уровнем функциональности

5. Качество математической обработки результатов	Математическая обработка результатов примитивная (проценты и т.д.) или отсутствует.	Низкое: математическая обработка результатов упрощенная, используемые статистические критерии не адекватны целям и задачам.	Высокое: расчеты полученных данных осуществлены с применением корреляционного, дисперсионного, факторного, кластерного и др. видов анализа, используются статистические методы, позволяющие получить доказательные выводы	
6. Качество оформления работы	Низкое: имеются грубые нарушения ГОСТа	Среднее: имеются не более двух нарушения ГОСТа	Высокое: имеются не более одного нарушения и двух незначительных отклонений от ГОСТа	Очень высокое: Работа оформлена в соответствии с ГОСТ, или имеются не более двух незначительных отклонений от ГОСТа
Защита ВКР				
7.Выступление по защите выпускной квалификационной работы	- пространное изложение содержания, фрагментарный доклад, в котором отсутствуют выводы; путаница в научных понятиях; отсутствие ответов на ряд вопросов;	- пространное изложение содержания работы; фрагментарный доклад с очень краткими или отсутствующими выводами; путаница в научных понятиях; отсутствие ответов на ряд вопросов, поставленных в работе	-четкое изложение содержания работы, излишне краткое изложение выводов; - отсутствие противоречивой информации, - демонстрация знания своей работы и умение отвечать на вопросы	- ясное, четкое изложение содержания; - отсутствие противоречивой информации; - демонстрация знания своей работы и умение отвечать на вопросы
Индивидуальные вопросы (задания)				
8. Ответы на вопросы, возникшие по поводу работы	Отсутствие логики, ошибки и путаница в ответах, неумение найти нужную аналогию в выполненной работе	Элементы не логичности, фрагментарности в пространных ответах, запутанность ответа	Ответы логичны, очень кратко сформулированы, вызывают дополнительные вопросы, так как неполны	Ответы логичны, кратко и убедительно сформулированы, даны по существу поставленного вопроса

5. Материально-техническое обеспечение ГИА

Для обеспечения ГИА используются:

- компьютерный класс оборудованный маркерной доской, персональными компьютерами с установленным программным обеспечением, выходом в Internet и образовательную среду ВУЗа
- аудитория, оборудованная столами, стульями, аудиторной доской
- установленное лицензионное программное обеспечение (Windows 7 (или ниже), MS Office 2013 (или ниже) Ansys, AutoCad);
- читальный зал библиотеки с компьютерами, выходом в сеть «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде;

6. Особенности проведения ГИА для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится Университетом с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – «индивидуальные особенности»).

При проведении ГИА обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение ГИА для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении ГИА;

присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами ГЭК);

пользование необходимыми обучающимся техническими средствами при прохождении ГИА с учетом их индивидуальных особенностей;

обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

продолжительность выступления, обучающегося при представлении результатов выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

В зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся с ограниченными возможностями здоровья организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

для слепых:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

для слабовидящих:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство,

допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи: обеспечивается

наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

Обучающийся инвалид не позднее чем за 3 месяца до начала проведения ГИА подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности). К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в Университете).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности (для каждого государственного аттестационного испытания).

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации № 220 от 12 марта 2015 г. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 16 апреля 2015 г. регистрационный № 36869).