Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 07.08.2026 15:38:53
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1deb094fcf95d7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического университета

УТВЕРЖДАЮ
Директор Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета
В.С. Емец
«30» мая 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

сформированности компетенции ПК-4 «Способен проводить испытания и исследования НТТС и ПТСДС, обрабатывать и анализировать результаты»

Разработан в соответствии с ФГОС **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**
специализация: **Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**
квалификация: **инженер**

Рязань 2025

Вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-4

«Способен проводить испытания и исследования НТТС и ПТСДС, обрабатывать и анализировать результаты».

Компетенция формируется дисциплинами.

Дисциплина	Семестр
Основы научных исследований	2
Композиционные и полимерные материалы	6
Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования	6
Электрооборудование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования	6
Базовые шасси наземных транспортно-технологических средств	6
Гидропневмопривод наземных транспортно-технологических средств	7
Программирование роботизированных комплексов	8

Вопросы и задания по дисциплине «Основы научных исследований»

1. Какова основная цель проведения патентного поиска при разработке нового грузозахватного устройства для крана?
а) Оценка рыночной стоимости устройства
б) Проверка новизны и патентной чистоты технического решения
в) Поиск потенциальных инвесторов для проекта
г) Определение цвета и дизайна устройства

2. Какой действующий национальный стандарт регламентирует правила библиографического описания и составления списка литературы в научных работах в РФ?
а) ГОСТ 2.052-2019
б) ГОСТ Р 7.0.100-2018
в) ГОСТ 27843-88
г) ГОСТ Р ИСО 10218-1

3. Что такое «научная гипотеза» в структуре исследовательской работы?
а) Окончательно доказанный научный факт
б) Научно обоснованное предположение, выдвигаемое для объяснения явления и требующее экспериментальной проверки
в) Краткое содержание всей работы в начале текста
г) Перечень использованного оборудования

4. Какой метод научного исследования заключается в мысленном или материальном воссоздании объекта изучения в виде модели для выявления его свойств?
а) Наблюдение
б) Моделирование
в) Сравнение
г) Классификация

5. Какая из перечисленных баз данных является основной национальной электронной библиотекой научной периодики в России?
а) Wikipedia
б) eLibrary.ru (Научная электронная библиотека)
в) Avito
г) YouTube

6. Установите соответствие между методом научного исследования и его кратким описанием:
1. Анализ
2. Синтез
3. Индукция
4. Дедукция

а) Мысленное объединение отдельных частей или признаков объекта в единое целое.
б) Умозаключение от частных фактов к общему выводу.
в) Мысленное расчленение объекта на составные части для их раздельного изучения.
г) Умозаключение от общих положений к частным выводам.

7. Разработайте алгоритм проведения патентного поиска для нового типа гусеничного движителя для вездехода.

8. Проанализируйте с использованием системного подхода процесс сбора и обработки научной информации для темы «Повышение надежности гидравлических систем экскаваторов».

9. Синтезируйте информацию из ГОСТ Р 7.0.100-2018 и методических указаний вуза по теме «Структура и оформление отчета о научно-исследовательской работе». Выделите обязательные разделы.

10. Сформулируйте проблему: «В научной статье о новом алгоритме управления краном-манипулятором отсутствуют данные о погрешности измерений и сравнение с существующими аналогами». Проведите декомпозицию задачи по улучшению качества этой работы.

11. Какие риски возникают при использовании непроверенных интернет-источников (блоги, форумы) в качестве основы для расчетов прочности рамы бульдозера в выпускной квалификационной работе?

12. Составьте сравнительную таблицу «Первичные» и «Вторичные» источники научно-технической информации.

13. Проанализируйте достоверность источника: «Статья в журнале "Вестник машиностроения" (входит в перечень ВАК) с грифом "Рецензировано", содержащая ссылки на ГОСТ и результаты экспериментов на стенде». Какие признаки подтверждают надежность?

14. Разработайте критерии выбора научной базы данных для проведения литературного обзора по теме «Автономные дорожные катки».

15. Опишите методику статистической обработки экспериментальных данных по расходу топлива дизельного двигателя при различных режимах нагрузки.

16. Синтезируйте данные из лекций и практики: как использование систем управления библиографией (например, Zotero, Mendeley) меняет процесс написания научной статьи?

17. Разработайте алгоритм действий исследователя при выявлении факта плагиата в собственной черновой версии научного отчета.

18. Опишите, как системный подход помогает при планировании научно-исследовательской работы (НИР) по модернизации узла ПТСДС. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

19. Обобщите современные тенденции в методологии научных исследований в области ПТСДС. Как искусственный интеллект и Big Data влияют на обработку результатов?

20. Сформулируйте структуру и основное содержание раздела «Введение» в отчете о научно-исследовательской работе.

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Проверка новизны и патентной чистоты технического решения.
2	б) ГОСТ Р 7.0.100-2018.
3	б) Научно обоснованное предположение, выдвигаемое для объяснения явления и требующее экспериментальной проверки.
4	б) Моделирование.
5	б) eLibrary.ru (Научная электронная библиотека).
6	1-в, 2-а, 3-б, 4-г. *Критерий*: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	1) Формулирование объекта поиска и выделение ключевых слов. 2) Определение международных патентных классификаций (МПК), например, B62D 55/00. 3) Выбор баз данных (ФИПС, Espacenet, Google Patents). 4) Составление поискового запроса с использованием логических операторов (AND, OR). 5) Анализ найденных патентов-аналогов и прототипов. 6) Оформление отчета о патентных исследованиях. *Критерий*: 5-6 логичных шагов — 5 баллов.
8	*Вход*: постановка задачи, ключевые слова, доступ к базам данных (eLibrary, Scopus). *Процесс*: отбор релевантных статей, критическая оценка достоверности источников, систематизация данных по методам диагностики и материалам уплотнений. *Выход*: аналитический обзор литературы с выявлением «белых пятен» в исследованиях. *Обратная связь*: уточнение поисковых запросов при недостатке информации или выявлении противоречивых данных. *Критерий*: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
9	Обязательные разделы: Титульный лист, Реферат (аннотация), Содержание, Введение (актуальность, цель, задачи), Основная часть (методы, результаты, обсуждение), Заключение (выводы), Список использованных источников, Приложения (при необходимости). Специфическое: нумерация страниц, шрифт Times New Roman 14 пт, интервал 1.5, ссылки в квадратных скобках. *Критерий*: Структурированный анализ, не менее 6 разделов — 10 баллов.
10	1) Добавление раздела «Материалы и методы» с описанием средств измерений и их метрологических характеристик. 2)

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>Проведение сравнительного анализа с известными алгоритмами (по времени отклика, энергопотреблению). 3) Расчет статистической погрешности и доверительных интервалов. 4) Визуализация результатов в виде графиков с подписанными осями и единицами измерения.
Критерий: 4 подзадачи — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Использование недостоверных или устаревших данных, ведущее к ошибочным расчетам. 2) Отсутствие рецензирования и научной обоснованности. 3) Риск снижения оценки за работу или недопуск к защите из-за низкого научного уровня. 4) Потенциальная опасность внедрения таких расчетов в реальную технику (аварийные ситуации).
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>
<table>
<tr><td>Критерий</td><td>Первичные источники</td><td>Вторичные источники</td></tr>
<tr><td>Определение</td><td>Оригинальные результаты исследований</td><td>Обобщение, переработка первичных источников</td></tr>
<tr><td>Примеры</td><td>Научные статьи, патенты, отчеты о НИР, диссертации</td><td>Обзорные статьи, монографии, справочники, реферативные журналы</td></tr>
<tr><td>Цель использования</td><td>Получение новых, детальных данных</td><td>Быстрый обзор состояния проблемы, поиск ключевых авторов</td></tr>
</table>
Критерий: Полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>13</td><td>1) Вхождение журнала в рецензируемый перечень ВАК/Scopus. 2) Наличие процедуры слепого рецензирования. 3) Ссылки на нормативную базу (ГОСТ) и воспроизводимость методики эксперимента. 4) Указание аффилиации авторов (научная организация или вуз).
Критерий: ≥3 признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Релевантность тематики (технические и инженерные науки). 2) Языковой охват (наличие русскоязычных и англоязычных источников). 3) Глубина архива (доступ к ретроспективным данным за 10-15 лет). 4) Возможность экспорта библиографических описаний в формате RIS/BibTeX. 5) Авторитетность индексируемых изданий.</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.
15	1) Первичный осмотр данных, выявление и исключение грубых промахов (например, по правилу 3-х сигм). 2) Расчет выборочного среднего значения и среднеквадратического отклонения. 3) Проверка гипотезы о нормальном распределении данных (критерий Пирсона или Шапиро-Уилка). 4) Построение доверительных интервалов для среднего значения. 5) Визуализация результатов (гистограммы, графики с «усами» погрешности). *Критерий*: 5 этапов — 10 баллов.
16	Автоматизирует сбор метаданных из браузеров, исключает ручные ошибки при оформлении списка литературы по ГОСТ, позволяет мгновенно менять стиль цитирования, облегчает совместную работу над текстом и хранение PDF-файлов статей с возможностью полнотекстового поиска. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
17	1) Использование антиплагиат-систем для точного определения процента заимствований и их источников. 2) Перефразирование (парафраз) заимствованных фрагментов своими словами с сохранением смысла. 3) Корректное оформление цитирования со ссылкой на первоисточник. 4) Повторная проверка текста до достижения допустимого уровня оригинальности (обычно >70-80%). *Критерий*: 4 шага — 10 баллов.
18	*Вход*: техническое задание, бюджет, сроки, доступное оборудование. *Процесс*: обзор литературы, выдвижение гипотезы, планирование эксперимента, проведение испытаний, обработка данных. *Выход*: отчет о НИР, рекомендации по модернизации, возможно, патентная заявка. *Обратная связь*: промежуточные результаты, корректирующие ход эксперимента при несоответствии гипотезе реальным данным. *Критерий*: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
19	Тенденции: переход от описательных исследований к предиктивным с использованием машинного обучения. ИИ позволяет обрабатывать огромные массивы телематических данных с техники (Big Data), выявлять скрытые закономерности износа узлов, автоматически генерировать гипотезы и оптимизировать параметры конструкции (генеративный дизайн), что радикально ускоряет цикл НИР. *Критерий*: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

№ вопроса	Ответы
20	Раздел должен содержать: обоснование актуальности темы, степень разработанности проблемы (краткий обзор), объект и предмет исследования, цель и задачи работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методы исследования и положения, выносимые на защиту. *Критерий*: перечисление не менее 7 обязательных элементов введения — 5 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Демонстрирует глубокое знание методологии научных исследований, владеет навыками патентного поиска, статистической обработки данных и оформления документации по ГОСТ, способен применять системный подход.
Повышенный, «хорошо»	75–89	Знает основные методы исследований и требования к оформлению, умеет работать с научными базами данных, но допускает неточности в сложных задачах (статистика, глубокий синтез тенденций).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Знает теоретические основы научного познания и структуру отчета, но испытывает трудности при применении системного подхода к планированию НИР и критической оценке источников.
Неудовлетворительно	Менее 70	Не знает методов научного исследования, путает первичные и вторичные источники, не понимает требований к научной этике (плагиат) и оформлению работ.

Инструкция для экзаменатора

1. Задания закрытого типа 1–5 проверяются автоматически в MOODLE или по ключу.
2. Задания открытого типа 6–20 оцениваются экспертом по приведенным критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   - ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 4, 5, 7, 12, 14, 18.
   - ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Основы научных исследований» (включая темы по методологии познания, видам и методам НИР, патентному поиску, основам интеллектуальной собственности и правилам оформления научно-технической документации по ГОСТ). Материал направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению исследований ПТСДС, а также к обработке и интерпретации результатов исследований для принятия обоснованных конструкторских решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине
«Композиционные и полимерные материалы»

1. Что является главной отличительной особенностью термореактивных полимеров (реактопластов) от термопластов?
а) Способность многократно плавиться и затвердевать при нагреве и охлаждении
б) Необратимое отверждение при нагреве с образованием пространственной сетчатой структуры
в) Высокая электропроводность
г) Растворимость в воде

2. Какую основную функцию выполняет матрица в композиционном материале?
а) Восприятие основных растягивающих нагрузок
б) Связывание армирующих элементов в единое целое, распределение нагрузки между ними и защита от внешней среды
в) Обеспечение электропроводности
г) Снижение массы материала за счет пористости

3. Какой метод неразрушающего контроля наиболее эффективен для выявления расслоений (деламинации) в углепластиковых панелях ПТСДС?
а) Визуальный контроль
б) Ультразвуковой контроль (импульсный эхо-метод)
в) Капиллярная дефектоскопия
г) Магнитопорошковый контроль

4. Что характеризует «правило смесей» при расчете свойств композиционных материалов?
а) Зависимость плотности композита только от плотности матрицы
б) Линейную зависимость модуля упругости композита от объемных долей и модулей упругости матрицы и армирующего наполнителя
в) Случайное распределение волокон в объеме
г) Химическую реакцию между матрицей и наполнителем

5. Какое свойство полимерного материала резко ухудшается при длительном воздействии ультрафиолетового излучения без специальных стабилизаторов?
а) Плотность
б) Прочность и эластичность (происходит деструкция и старение)
в) Электроизоляционные свойства
г) Теплопроводность

6. Установите соответствие между типом композиционного материала и его типичным применением в ПТСДС:

1. Стеклопластик (стекловолокно + полимерная матрица)
2. Углепластик (углеродное волокно + эпоксидная матрица)
3. Металломатричный композит (алюминий + карбид кремния)
4. Текстолит (ткань + фенолформальдегидная смола)

а) Высоконагруженные детали тормозных систем и поршней, работающие при высоких температурах.
б) Антифрикционные вкладыши подшипников скольжения и изоляционные детали.
в) Кузовные панели, кабины операторов, защитные кожухи (требование: коррозионная стойкость и средняя прочность).
г) Ответственные силовые элементы (стрелы кранов, рычаги подвески), где критична высокая удельная жесткость и прочность.

7. Рассчитайте объемную долю армирующего наполнителя (V_f) в композиционном материале, если плотность композита $\rho_c = 1.6$ г/см³, плотность наполнителя $\rho_f = 2.5$ г/см³, а плотность матрицы $\rho_m = 1.2$ г/см³. (Используйте правило смесей для плотности: $\rho_c = V_f\rho_f + (1 - V_f)\rho_m$).

8. Опишите алгоритм выбора полимерной матрицы для изготовления шестерни редуктора вспомогательного привода ПТСДС.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода механизм разрушения углепластиковой панели при циклическом нагружении (усталость).

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ 25.603-82 (или актуальных аналогов) и РПД по теме «Методы испытаний полимерных материалов на растяжение». Выделите ключевые этапы и определяемые параметры.

11. Сформулируйте проблему: «При эксплуатации защитного кожуха двигателя из стеклопластика наблюдается массовое растрескивание и потеря прочности через 6 месяцев». Проведите декомпозицию задачи для поиска причин.

12. Какие риски возникают при замене термореактивного композита на термопластичный в узле, работающем при температуре 150 °C и высокой влажности?

13. Составьте сравнительную таблицу свойств термопластичных и термореактивных композиционных материалов.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Добавление 50% мела в эпоксидную смолу всегда увеличивает прочность детали в 2 раза и снижает стоимость». Какие признаки указывают на ненадежность?

15. Разработайте критерии выбора метода неразрушающего контроля (НК) для выявления внутренних дефектов в толстостенной детали из углепластика.

16. Опишите методику проведения лабораторных испытаний композиционного материала на межслойный сдвиг (short beam shear test).

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как внедрение аддитивных технологий (3D-печать непрерывным углеволокном) меняет процесс создания прототипов и оснастки для ПТСДС?

18. Разработайте алгоритм расчета минимальной толщины плоской композитной панели, работающей на растяжение, для обеспечения заданного запаса прочности.

19. Опишите, как системный подход помогает при управлении жизненным циклом композитной детали ПТСДС. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития композиционных и полимерных материалов для ПТСДС (ПК-4.2). Как «умные» материалы (самовосстанавливающиеся полимеры, наноструктурированные композиты) влияют на процесс исследований?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Необратимое отверждение при нагреве с образованием пространственной сетчатой структуры.
2	б) Связывание армирующих элементов в единое целое, распределение нагрузки между ними и защита от внешней среды.
3	б) Ультразвуковой контроль (импульсный эхо-метод).
4	б) Линейную зависимость модуля упругости композита от объемных долей и модулей упругости матрицы и армирующего наполнителя.

№ вопроса	Ответы
5	б) Прочность и эластичность (происходит деструкция и старение).
6	1-в, 2-г, 3-а, 4-б. *Критерий*: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$1.6 = V_f \cdot 2.5 + (1 - V_f) \cdot 1.2$ $1.6 = 2.5V_f + 1.2 - 1.2V_f$ $0.4 = 1.3V_f \Rightarrow V_f = 0.4/1.3 \approx 0.308$ *(или 30.8%).* *Критерий:* верная формула, подстановка и расчет — 5 баллов.
8	1) Анализ условий работы (нагрузка, скорость, температура, наличие смазки). 2) Выбор класса полимера: требуется высокая износостойкость и прочность → инженерные термопласты (полиамид PA66, полиацеталь POM) или термореактивные композиты. 3) Оценка необходимости армирования (добавление стекловолокна для повышения жесткости). 4) Проверка совместимости со смазочными материалами. 5) Оценка технологичности изготовления (литье под давлением или механическая обработка). *Критерий*: 4-5 логичных шагов — 5 баллов.
9	*Вход*: циклическая нагрузка, наличие концентраторов напряжений (отверстия). *Процесс*: 1) Образование микротрещин в матрице. 2) Расслоение (деламинация) на границе «волокно-матрица». 3) Разрыв отдельных волокон. 4) Слияние дефектов и магистральный разрыв. *Выход*: внезапное хрупкое разрушение без заметной пластической деформации. *Обратная связь*: необходимость введения защитных слоев, изменения ориентации волокон или использования гибридных композитов для торможения трещин. *Критерий*: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
10	Общие требования: форма и размеры образцов (тип I, II и т.д.), скорость движения траверсы, условия кондиционирования (температура, влажность). Определяемые параметры: предел прочности при растяжении, модуль упругости, относительное удлинение при разрыве. Специфическое: для анизотропных композитов испытания проводятся вдоль и поперек направления укладки волокон. *Критерий*: структурированный анализ, не менее 4 параметров/этапов — 10 баллов.

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Анализ температурного режима (превышение температуры стеклования матрицы). 2) Проверка качества изготовления (наличие пор, непропитанных участков, нарушение соотношения смола/отвердитель). 3) Оценка воздействия агрессивных сред (масла, топливо, УФ-излучение), вызывающих деструкцию полимера. 4) Анализ конструктивных особенностей (острые кромки, концентраторы напряжений).
Критерий: 4 подзадачи — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Размягчение и потеря жесткости термопласта, если его температура стеклования или плавления ниже рабочей температуры. 2) Гидролиз или набухание полимера, ведущее к резкому падению прочностных характеристик. 3) Ползучесть (холодное течение) под нагрузкой, приводящая к недопустимым деформациям. 4) Катастрофический отказ узла.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><th>Критерий</th><th>Термопластичные композиты</th><th>Термореактивные композиты</th></tr>
<tr><td>Возможность вторичной переработки</td><td>Да (переплавка)</td><td>Нет (только дробление для наполнителя)</td></tr>
<tr><td>Термостойкость</td><td>Ограничена температурой плавления/стеклования</td><td>Высокая (сохраняют форму до начала деструкции)</td></tr>
<tr><td>Скорость формования</td><td>Высокая (литье, экструзия)</td><td>Низкая (требуется время на отверждение)</td></tr>
<tr><td>Ударная вязкость</td><td>Обычно выше</td><td>Ниже (более хрупкие)</td></tr>
</table>
Критерий: полная и корректная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Превышение критической объемной доли наполнителя ведет к резкому падению прочности из-за отсутствия смачивания частиц смолой и образования пор. 2) Мел является дешевым наполнителем, снижающим стоимость, но он не является армирующим элементом и не увеличивает прочность (скорее снижает ударную вязкость). 3) Отсутствие данных о методике испытаний и статистической обработке результатов.</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	Критерий: ≥3 инженерно обоснованных признака — 5 баллов.
15	1) Тип ожидаемого дефекта (расслоение, поры, непропит). 2) Толщина и геометрия изделия. 3) Требуемая чувствительность и разрешение. 4) Доступность оборудования и квалификация персонала. *Вывод*: для толстостенных композитов оптимален ультразвуковой контроль (фазированные решетки) или рентгеновская томография для сложных геометрий. *Критерий*: 4 критерия + обоснованный вывод — 10 баллов.
16	1) Подготовка образцов в виде коротких балок (соотношение длина/толщина около 5:1). 2) Установка образца на две опоры испытательной машины. 3) Приложение нагрузки через центральный пуансон до разрушения. 4) Фиксация максимальной нагрузки. 5) Расчет прочности на межслойный сдвиг по формуле $\tau = 0.75 \cdot F_{max}/(b \cdot h)$. 6) Визуальный анализ характера разрушения (подтверждение, что разрушение произошло именно по механизму сдвига). *Критерий*: 5-6 этапов — 10 баллов.
17	Позволяет создавать детали со сложной геометрией и локальным армированием (волокно укладывается только по траекториям главных напряжений). Резко сокращается время от идеи до функционального прототипа. Снижается материалоемкость за счет топологической оптимизации. Требует от инженера понимания анизотропии свойств и ориентации слоев при проектировании. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Определение максимальной расчетной нагрузки F. 2) Выбор материала и определение его расчетного предела прочности $\sigma_в$ (с учетом направления укладки волокон). 3) Задание требуемого коэффициента запаса прочности n. 4) Расчет допустимого напряжения $[\sigma] = \sigma_в/n$. 5) Определение требуемой площади сечения $A = F/[\sigma]$. 6) Расчет толщины $h = A/b$ (где b — ширина панели). *Критерий*: 5-6 шагов с указанием физических зависимостей — 10 баллов.
19	*Вход*: требования к массе, прочности, стоимости, условия эксплуатации. *Процесс*: выбор компонентов, проектирование структуры, изготовление, контроль качества, эксплуатация. *Выход*: готовая деталь с заданными характеристиками. *Обратная связь*: данные о фактическом износе, усталостных трещинах или воздействии среды, используемые для

№ вопроса	Ответы
	корректировки технологии изготовления или выбора других компонентов в следующих итерациях. *Критерий*: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: переход от пассивных материалов к адаптивным. Самовосстанавливающиеся полимеры с микрокапсулами отвердителя способны устранять микротрещины и тем самым продлевать ресурс материала. Нанокомпозиты с углеродными нанотрубками или графеном обеспечивают очень высокую прочность при малой массе и могут использоваться для мониторинга состояния конструкции за счет изменения электропроводности при повреждении. Влияние на исследования заключается в смещении внимания с макромеханики к наноуровню и в разработке новых методов неразрушающего контроля для таких структур. *Критерий*: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Демонстрирует глубокие знания физико-механических свойств полимеров и композитов, владеет методиками их испытаний и расчетов, способен применять системный подход и выявлять современные тенденции в материаловедении.
Повышенный, «хорошо»	75–89	Знает основные типы материалов и методы их анализа, умеет решать типовые задачи выбора и расчета, но допускает неточности в сложных ситуационных задачах (анализ усталости, синтез новых технологий).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Знает теоретические основы классификации и свойств материалов, но испытывает трудности при применении системного подхода к анализу разрушения и обосновании выбора методов контроля.
Неудовлетворительно	Менее 70	Не знает классификации полимеров и композитов, путает их свойства, не умеет выполнять базовые расчеты по правилу смесей и не понимает принципов их испытаний.

Инструкция для экзаменатора

1. Задания закрытого типа 1–5 проверяются автоматически в MOODLE или по ключу.

2. Задания открытого типа 6–20 оцениваются экспертом по приведенным критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
    — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС и их компонентов) — задания 1, 3, 5, 6, 10, 15, 16.
    — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Композиционные и полимерные материалы» (включая темы по структуре и свойствам полимеров, дисперсионно-упрочненным и волокнистым композиционным материалам, правилам смесей и методам их физико-механических испытаний). Материал направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению исследований свойств материалов, а также к обработке и интерпретации полученных данных для принятия обоснованных конструкторских решений при создании и модернизации ПТСДС в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине «Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования»

1. Какой тип двигателя внутреннего сгорания является доминирующим для тяжелых внедорожных ПТСДС (бульдозеры, карьерные самосвалы) благодаря высокому крутящему моменту на низких оборотах и экономичности?
а) Бензиновый двигатель с искровым зажиганием
б) Дизельный двигатель с воспламенением от сжатия
в) Роторно-поршневой двигатель (Ванкеля)
г) Газотурбинный двигатель

2. Что характеризует внешняя скоростная характеристика двигателя?
а) Зависимость расхода топлива от нагрузки при постоянной частоте вращения
б) Зависимость мощности и крутящего момента от частоты вращения коленчатого вала при полностью открытой дроссельной заслонке (рейке ТНВД)
в) Зависимость температуры охлаждающей жидкости от времени прогрева
г) Зависимость токсичности выхлопа от степени износа цилиндро-поршневой группы

3. Какая система дизельного двигателя отвечает за подготовку и подачу топлива под высоким давлением непосредственно в камеру сгорания?

а) Система смазки
б) Система охлаждения
в) Топливная аппаратура высокого давления (ТНВД, форсунки)
г) Система пуска

4. В чем заключается основное преимущество дизель-электрической (гибридной) силовой установки в карьерных самосвалах и больших экскаваторах?
а) Возможность работы двигателя на оптимальных постоянных оборотах с передачей энергии на тяговые электродвигатели, обеспечивающие максимальный крутящий момент с нуля
б) Полное отсутствие выхлопных газов
в) Снижение массы машины на 50% по сравнению с механической трансмиссией
г) Использование только возобновляемых источников энергии

5. Какой тип системы охлаждения преимущественно применяется в современных ПТСДС для обеспечения стабильного теплового режима при переменных нагрузках?
а) Воздушная (обдув вентилятором от маховика)
б) Жидкостная закрытая с принудительной циркуляцией, термостатом и радиатором
в) Испарительная (открытая)
г) Криогенная

6. Установите соответствие между типом энергетической установки и областью применения в ПТСДС:
1. Дизельный двигатель (ДВС)
2. Тяговый аккумуляторный электропривод
3. Газовый двигатель (CNG/LNG)
4. Гибридная установка (ДВС + электрогенератор)

а) Складские погрузчики, работающие в закрытых помещениях
б) Карьерные самосвалы большой грузоподъемности
в) Автогрейдеры и бульдозеры общего назначения
г) Коммунальные машины в экологически чувствительных зонах

7. Рассчитайте требуемую номинальную мощность двигателя колесного погрузчика, если сила сопротивления движению при копании грунта составляет $P_{\text{тяг}} = 45$ кН, рабочая скорость $v = 3.5$ м/с, а общий КПД трансмиссии $\eta = 0.8$.

8. Опишите алгоритм выбора дизельного двигателя для проектируемого автомобильного крана грузоподъемностью 25 тонн.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода влияние установки турбокомпрессора (турбонаддува) на общую компоновку и тепловой баланс моторного отсека строительной машины.

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ Р 58202-2018 (Двигатели внутреннего сгорания) и РЭ завода Cummins/KAMAZ по теме «Требования к моторным маслам для ПТСДС». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «Дизельный двигатель экскаватора перегревается при непрерывной работе в режиме копания тяжелого грунта». Проведите декомпозицию задачи.

12. Какие риски возникают при установке стандартного автомобильного двигателя в тяжелый бульдозер без модернизации систем фильтрации и охлаждения?

13. Составьте сравнительную таблицу механической и гидромеханической трансмиссий (ГМП) в контексте нагружения двигателя колесного погрузчика.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Добавление ацетона в дизельное топливо повышает мощность двигателя на 20% и очищает форсунки». Какие признаки указывают на опасность данного решения?

15. Разработайте критерии выбора между дизельным двигателем и аккумуляторным электроприводом для проектируемого складского погрузчика (напольный безрельсовый транспорт).

16. Опишите методику проведения стендовых испытаний топливной экономичности двигателя ПТСДС.

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как переход на экологические стандарты Stage V (Евро-5) для внедорожной техники меняет физическую компоновку (layout) моторного отсека ПТСДС?

18. Разработайте алгоритм расчета емкости топливного бака бульдозера для обеспечения работы в течение одной полной смены (12 часов) без дозаправки.

19. Опишите, как системный подход помогает при проектировании системы охлаждения машины с задним расположением двигателя и выносным гидравлическим радиатором (например, фронтальный погрузчик). Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития энергетических установок для ПТСДС (ПК-2.5). Как водородные топливные элементы и твердотельные батареи влияют на будущее проектирование?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Дизельный двигатель с воспламенением от сжатия
2	б) Зависимость мощности и крутящего момента от частоты вращения коленчатого вала при полностью открытой дроссельной заслонке (рейке ТНВД)
3	в) Топливная аппаратура высокого давления (ТНВД, форсунки)
4	а) Возможность работы двигателя на оптимальных постоянных оборотах с передачей энергии на тяговые электродвигатели...
5	б) Жидкостная закрытая с принудительной циркуляцией, термостатом и радиатором
6	1-в, 2-а, 3-г, 4-б. Критерий: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$N = \frac{P_{тяг} \cdot v}{\eta} = \frac{45000 \cdot 3.5}{0.8} = 196{,}875$ Вт ≈ 197 кВт. С учетом запаса мощности (10-15%) выбирается двигатель мощностью около 220 кВт. *Критерий*: верная формула, расчет и обоснование запаса — 5 баллов.
8	1) Анализ нагрузочных диаграмм (режимы работы: транспортный, подъем груза, поворот). 2) Расчет потребной мощности для каждого режима. 3) Выбор двигателя по внешней характеристике (обеспечение нужного крутящего момента на рабочих оборотах). 4) Проверка соответствия экологическим нормам (Stage V/Евро-5). 5) Оценка массогабаритных показателей для вписывания в компоновку поворотной платформы. 6) Анализ доступности сервисной сети и запчастей. Критерий: 5-6 логичных шагов — 5 баллов.
9	Вход: ДВС с турбонаддувом. Процесс: повышение мощности и температуры выпускного коллектора, появление дополнительных узлов (интеркулер, трубопроводы наддува). Выход: необходимость усиления системы охлаждения (дополнительный радиатор интеркулера), изменения в конструкции выпускного тракта, требования к теплоизоляции моторного отсека. Обратная связь: контроль

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>температуры наддувочного воздуха для предотвращения детонации и снижения теплонапряженности.
Критерий: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Общие (ГОСТ): классификация по вязкости (SAE) и эксплуатационным свойствам (API/ACEA), требования к зольности и щелочному числу. Специфические (РЭ): допуски конкретного производителя (например, CES 20081), интервалы замены в зависимости от содержания серы в топливе, требования к фильтрации. Общее: обеспечение защиты от износа и нейтрализация кислот.
Критерий: Структурированный анализ — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Проверка уровня и состояния охлаждающей жидкости (утечки, закипание). 2) Анализ состояния радиатора (загрязнение сот снаружи, накипь внутри). 3) Проверка работы вентилятора и вязкостной муфты. 4) Анализ работы топливной аппаратуры (позднее зажигание/впрыск вызывает рост температуры). 5) Оценка соответствия установленного радиатора возросшей тепловой мощности двигателя.
Критерий: 4-5 шагов диагностики и проектирования — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Быстрый абразивный износ цилиндро-поршневой группы из-за высокой запыленности (необходимы мультициклонные предочистители). 2) Перегрев из-за нехватки площади радиатора для работы на низких скоростях с высокой нагрузкой. 3) Разжижение масла топливом при частой работе на холостом ходу. 4) Снижение ресурса двигателя в 3-4 раза по сравнению с паспортным.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><td>Критерий</td><td>Механическая трансмиссия</td><td>Гидромеханическая (ГМП)</td></tr>
<tr><td>Сглаживание пиковых нагрузок</td><td>Отсутствует (удары передаются на ДВС)</td><td>Высокое (гидротрансформатор гасит удары)</td></tr>
<tr><td>Возможность работы двигателя</td><td>Только в узком диапазоне оборотов</td><td>В оптимальном диапазоне (автоматическое регулирование)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Топливная экономичность</td><td>Выше (прямая связь)</td><td>Ниже (потери в гидротрансформаторе), но компенсируется режимом работы</td></tr>
<tr><td>Удобство управления</td><td>Низкое (ручное переключение)</td><td>Высокое (автоматическое)</td></tr>
</table>
Критерий: полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Ацетон резко снижает цетановое число, увеличивая жесткость работы и риск разрушения поршней. 2) Агрессивное растворение резиновых уплотнений и шлангов топливной системы. 3) Отсутствие подтверждения на стендовых испытаниях по ISO. 4) Нарушение гарантийных обязательств завода-изготовителя.
Критерий: ≥3 инженерно обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Условия эксплуатации (закрытое помещение требует нулевых выбросов -> электропривод). 2) Интенсивность работы (количество смен: электропривод требует времени на зарядку или замены АКБ). 3) Наличие инфраструктуры (зарядные станции). 4) Стоимость владения (TCO): электропривод дороже при покупке, но дешевле в эксплуатации. 5) Требования к уровню шума.
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>16</td><td>1) Установка двигателя на стенд с динамометрической машиной (тормозом). 2) Подключение систем измерения расхода топлива (гравиметрические или объемные расходомеры). 3) Снятие нагрузочных и скоростных характеристик. 4) Расчет удельного расхода топлива (g_e) для каждой точки. 5) Построение универсальной характеристики (диаграммы экономичности) и определение зоны минимального расхода.
Критерий: 5 этапов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>17</td><td>Требуется установка сложных систем нейтрализации: EGR (рециркуляция выхлопных газов с охладителем), DOC+DPF (сажевый фильтр), SCR (система впрыска мочевины AdBlue с отдельным баком и форсунками). Это требует значительного увеличения объема моторного отсека, изменения трассировки выхлопной системы, установки дополнительных датчиков и</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	блоков управления, а также обеспечения доступа для обслуживания DPF. Критерий: 4 аспекта влияния на компоновку — 10 баллов.
18	1) Определение часового расхода топлива (G_t) при типичном цикле работы (коэффициент использования мощности). 2) Расчет общего расхода за смену: $Q = G_t \cdot 12$. 3) Добавление эксплуатационного запаса (10-15% на прогрев, маневрирование и непредвиденные простои). 4) Учет конструктивных ограничений (форма бака, размещение на раме). 5) Округление до стандартного объема. *Критерий*: 5 шагов — 10 баллов.
19	Вход: Тепловыделение от ДВС и гидросистемы, температура окружающей среды, запыленность. Процесс: организация воздушного потока (всасывание спереди, выдув сзади), разделение контуров охлаждения, защита радиаторов от пыли. Выход: Стабильная температура ДВС и гидравлического масла. Обратная связь: данные с датчиков температуры, регулирование оборотов вентилятора (вязкостная муфта или электропривод) для снижения шума и расхода мощности. Критерий: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: декарбонизация и электрификация. Водородные топливные элементы (FCEV) позволяют сохранить быструю заправку и большой запас хода для тяжелой техники (карьерные самосвалы), при этом выхлоп — только вода. Твердотельные батареи повышают пожаробезопасность и удельную энергоемкость, что критично для компактных машин. Влияние на проектирование: отказ от ДВС меняет архитектуру шасси (skateboard platform), требует интеграции систем высокого напряжения, терморегулирования батарей и водородных хранилищ. Критерий: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий (отлично)	90–100	Демонстрирует глубокие знания теории ДВС и электроприводов, умеет обоснованно выбирать и интегрировать энергетические установки в конструкцию ПТСДС, владеет методами системного анализа и видит современные тенденции.
Повышенный (хорошо)	75–89	Знает основные типы двигателей и их характеристики, умеет решать типовые задачи выбора, но допускает неточности в сложных компоновочных задачах и анализе экологических систем.
Базовый (удовлетворительно)	70–74	Знает теоретические основы работы ДВС, но испытывает трудности при применении системного подхода к интеграции двигателя в машину и синтезе новых технологий.
Неудовлетворительно	<70	Не знает классификации и характеристик двигателей, не умеет выбирать энергетические установки, не понимает влияния экологических норм на конструкцию.

Инструкция для экзаменатора

1. Задания закрытого типа (1–5) проверяются автоматически (MOODLE) или по ключу.
2. Задания открытого типа (6–20) оцениваются экспертом по приведённым критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 18.
   — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» (разделы по ДВС, смесям, наддуву, альтернативным установкам) и направлен на проверку готовности

инженера к планированию и проведению испытаний энергетических установок ПТСДС, а также к обработке и интерпретации результатов испытаний для принятия обоснованных конструкторских решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине «Электрооборудование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования»

1. Какой источник электроэнергии является основным на мобильных ПТСДС с двигателем внутреннего сгорания при работающем двигателе?
а) Аккумуляторная батарея
б) Генератор (альтернатор)
в) Тяговый электродвигатель в режиме рекуперации
г) Внешняя сеть 380 В

2. Какую основную функцию выполняет цифровая шина CAN (Controller Area Network) в современных строительных машинах?
а) Передача силовой электроэнергии от генератора к потребителям
б) Высокоскоростной обмен цифровыми данными между электронными блоками управления (ЭБУ) для снижения массы жгутов проводов
в) Охлаждение силовых полупроводниковых модулей инвертора
г) Механическая блокировка органов управления

3. Какой тип электродвигателя наиболее часто применяется в качестве тягового привода в современных электрических и гибридных карьерных самосвалах и экскаваторах благодаря высокой удельной мощности и надежности?
а) Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением
б) Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором или синхронный с постоянными магнитами (PMSM)
в) Шаговый электродвигатель
г) Универсальный коллекторный двигатель

4. Какой параметр является основным при выборе аккумуляторной батареи для пуска двигателя ПТСДС в условиях Крайнего Севера?
а) Емкость в ампер-часах (А·ч) при 20-часовом разряде
б) Ток холодной прокрутки (ССА) и способность сохранять емкость при низких температурах
в) Максимальное напряжение заряда
г) Масса батареи

5. Какое устройство предназначено для защиты электрических цепей ПТСДС от токов короткого замыкания и длительных перегрузок?
а) Реле времени
б) Автоматический выключатель (или плавкий предохранитель)

в) Трансформатор тока
г) Варистор

6. Установите соответствие между элементом электрооборудования и его функцией в системе ПТСДС:

1. Стартер
2. Инвертор
3. Блок управления двигателем (ECU)
4. Датчик положения коленчатого вала

а) Преобразование постоянного тока тяговой батареи в переменный для питания тягового электродвигателя.
б) Запуск двигателя внутреннего сгорания путем раскрутки коленчатого вала.
в) Формирование сигнала о фазе и частоте вращения для управления впрыском топлива и зажиганием.
г) Сбор данных с датчиков и управление исполнительными механизмами ДВС по заданным алгоритмам.

7. Рассчитайте требуемую номинальную мощность электродвигателя лебедки подъемного механизма крана, если масса поднимаемого груза $m = 3000$ кг, скорость подъема $v = 0.4$ м/с, а общий КПД механизма (редуктор, барабан, подшипники) $\eta = 0.85$.

8. Опишите алгоритм выбора электрического генератора для колесного погрузчика с учетом пиковых нагрузок от электрогидравлических насосов с электроприводом (e-hydraulics).

9. Проанализируйте с использованием системного подхода влияние перехода на бортовую сеть 48 В (вместо стандартных 12/24 В) на конструкцию и компоновку дорожной машины.

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ 25835-2013 (или аналогичных стандартов по электрооборудованию машин) и руководств по проектированию CAN-шин по теме «Требования к электромагнитной совместимости (ЭМС)». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «При проектировании электрической схемы автогрейдера наблюдается частый выход из строя датчиков и ЭБУ из-за скачков напряжения». Проведите декомпозицию задачи.

12. Какие риски возникают при использовании неоригинальных или несертифицированных электрических компонентов (реле, предохранителей, разъемов) в системах безопасности ПТСДС (например, в цепях концевых выключателей крана)?

13. Составьте сравнительную таблицу традиционной релейно-контакторной системы управления и системы на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) с CAN-шиной для гусеничного крана.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Как мы отключили датчик давления масла и сажевый фильтр (DPF) на бульдозере, чтобы он не терял мощность». Какие признаки указывают на опасность данного «тюнинга»?

15. Разработайте критерии выбора типа тяговой аккумуляторной батареи (свинцово-кислотная vs литий-ионная Li-ion) для проектируемого электрического вилочного погрузчика.

16. Опишите методику проведения испытаний изоляции высоковольтной тяговой батареи (400-800 В) электрического экскаватора на соответствие нормам электробезопасности.

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как внедрение систем предиктивной диагностики электроприводов на основе анализа гармоник тока меняет конструкцию ПТСДС?

18. Разработайте алгоритм расчета переходного процесса (времени разгона) асинхронного электродвигателя, приводящего ленточный конвейер, при пуске напрямую от сети.

19. Опишите, как системный подход помогает при проектировании электрооборудования автономного дорожного катка. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития электрооборудования ПТСДС (ПК-2.5). Как технологии беспроводной зарядки и интеллектуальные распределенные сети (Smart Grid) влияют на процесс проектирования?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Генератор (альтернатор).
2	б) Высокоскоростной обмен цифровыми данными между электронными блоками управления (ЭБУ) для снижения массы жгутов проводов.
3	б) Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором или синхронный с постоянными магнитами (PMSM).
4	б) Ток холодной прокрутки (ССА) и способность сохранять емкость при низких температурах.

5	б) Автоматический выключатель (или плавкий предохранитель).
6	1-б, 2-а, 3-г, 4-в. Критерий: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$P = \frac{m \cdot g \cdot v}{\eta} = \frac{3000 \cdot 9.81 \cdot 0.4}{0.85} = \frac{11772}{0.85} \approx 13849$ Вт ≈ 13.85 кВт. С учетом запаса (10-15%) выбирается двигатель мощностью 15–16 кВт. *Критерий*: Верная формула, расчет и обоснование запаса — 5 баллов.
8	1) Анализ нагрузочной диаграммы машины (определение одновременности работы потребителей). 2) Расчет суммарной мощности постоянно включенных потребителей. 3) Определение пиковой мощности кратковременно включаемых потребителей (e-hydraulics). 4) Выбор генератора по номинальной мощности с учетом коэффициента одновременности и запаса на зарядку АКБ. 5) Проверка по пусковым токам и перегрузочной способности генератора. Критерий: 4-5 логичных шагов — 5 баллов.
9	*Вход*: рост мощности потребителей (электротурбонаддув, активные стабилизаторы). *Процесс*: снижение тока в 2-4 раза при той же мощности позволяет использовать кабели меньшего сечения (снижение массы и стоимости жгутов), уменьшает потери на нагрев. *Выход*: необходимость применения новых стандартов разъемов, усиленной изоляции, специальных мер защиты от дугового разряда при отключении под нагрузкой. *Обратная связь*: изменение архитектуры ЭБУ и требований к электромагнитной совместимости (ЭМС). *Критерий*: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
10	Общие (ГОСТ): допустимые уровни кондуктивных и радиочастотных помех, требования к экранированию. Специфические (проектирование CAN): необходимость использования витой пары (twisted pair) для снижения дифференциальных помех, правильное терминирование линии резисторами 120 Ом, разделение силовых и сигнальных жгутов в кабель-каналах. *Критерий*: Структурированный анализ — 10 баллов.
11	1) Анализ работы регулятора напряжения генератора (сбои при сбросе нагрузки). 2) Проверка наличия и исправности варисторов/супрессоров (TVS-диодов) на индуктивных нагрузках (реле, соленоиды). 3) Анализ качества массы

<table>
<tr><td></td><td>(заземления) блоков управления (падение напряжения на общих проводах). 4) Оценка помехозащищенности жгутов (экранирование, скрутка). 5) Внедрение фильтров питания на входах чувствительных ЭБУ.
Критерий: 4-5 подзадач — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Несоответствие коммутационной способности (приваривание контактов реле). 2) Нарушение герметичности разъемов (IP rating) → окисление и обрыв цепи. 3) Непредсказуемое время срабатывания. 4) Отказ системы ограничения грузоподъемности или торможения, что ведет к тяжелой аварии и травматизму.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><td>Критерий</td><td>Релейно-контакторная система</td><td>ПЛК + CAN-шина</td></tr>
<tr><td>Масса и объем жгутов</td><td>Высокие (много силовых проводов)</td><td>Низкие (цифровая шина)</td></tr>
<tr><td>Гибкость изменения алгоритмов</td><td>Низкая (требует переделки схем)</td><td>Высокая (перепрошивка ПО)</td></tr>
<tr><td>Диагностика</td><td>Визуальная, трудоемкая</td><td>Автоматическая, через интерфейс</td></tr>
<tr><td>Надежность в условиях вибрации</td><td>Низкая (механические контакты)</td><td>Высокая (твердотельная электроника)</td></tr>
</table>
Критерий: Полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Отключение датчика давления масла лишает систему защиты от масляного голодания (риск задира вкладышей и проворота коленвала). 2) Удаление DPF нарушает экологические нормы и может привести к штрафам/запрету эксплуатации. 3) Перепрошивка ЭБУ без стендовой калибровки нарушает тепловые режимы двигателя. 4) Снятие с гарантии завода-изготовителя.
Критерий: ≥3 инженерно обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Требуемая энергоемкость и массогабаритные показатели (Li-ion легче и компактнее). 2) Режим работы (количество смен: Li-ion поддерживает быструю зарядку и подзарядку в перерывах). 3) Температурный диапазон эксплуатации (Li-ion требует системы терморегулирования BMS). 4) Срок службы (количество циклов) и стоимость владения (TCO). 5) Требования пожарной безопасности.
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
</table>

16	1) Визуальный осмотр высоковольтных жгутов и разъемов (оранжевый цвет). 2) Отключение батареи и разрядка конденсаторов инвертора. 3) Измерение сопротивления изоляции мегаомметром (обычно на 500 В или 1000 В) между токоведущими частями и корпусом (норма > 100-500 Ом/В). 4) Проверка срабатывания системы мониторинга изоляции (IMD) при искусственном создании утечки. 5) Оформление протокола испытаний. *Критерий*: 5 этапов — 10 баллов.
17	Требует установки более точных датчиков тока и напряжения на входе инвертора, а также наличия вычислительных мощностей (Edge computing) для анализа спектра в реальном времени. Позволяет выявлять дефекты подшипников электродвигателя и эксцентриситет ротора на ранних стадиях. В конструкцию закладываются дополнительные каналы связи для передачи этих данных в телематическую систему. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Определение статического момента нагрузки на валу двигателя. 2) Построение механической характеристики двигателя $M = f(\omega)$ и характеристики нагрузки $M_c = f(\omega)$. 3) Запись уравнения движения привода: $M - M_c = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$. 4) Интегрирование уравнения движения для нахождения времени разгона от 0 до номинальной скорости. 5) Оценка пускового тока и его влияния на бортовую сеть. *Критерий*: 5 шагов с указанием физических законов — 10 баллов.
19	*Вход*: команды от системы автономного вождения (LiDAR, GPS), данные о плотности грунта. *Процесс*: ЭБУ обрабатывает данные и управляет электрогидравлическими приводами вибрации и движения, распределяя энергию от ДВС/генератора. *Выход*: заданная траектория и качество уплотнения. *Обратная связь*: телеметрия о состоянии батареи, температуре инверторов и фактической плотности грунта для корректировки амплитуды вибрации в реальном времени. *Критерий*: Корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: отказ от тяжелых жгутов в пользу распределенных интеллектуальных узлов (E-Architecture), внедрение беспроводной индуктивной зарядки для автономных машин, использование SiC (карбид кремния) транзисторов в инверторах для повышения КПД и частоты ШИМ. Влияние: конструктор должен проектировать машину

	как «робота на колесах», закладывая в шасси места для вычислительных блоков, систем охлаждения электроники и приемных катушек зарядки, обеспечивая их защиту от вибраций и влаги. *Критерий*: Глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий (отлично)	90–100	Демонстрирует глубокие знания теории электропривода и схемотехники ПТСДС, умеет обоснованно выбирать и интегрировать электрооборудование, владеет методами расчета переходных процессов и системным подходом.
Повышенный (хорошо)	75–89	Знает основные типы электрических машин и аппаратов, умеет решать типовые задачи выбора и расчета, но допускает неточности в сложных задачах по ЭМС и цифровым системам.
Базовый (удовлетворительно)	70–74	Знает теоретические основы электрооборудования, но испытывает трудности при применении системного подхода к интеграции электроники и синтезе новых технологий.
Неудовлетворительно	<70	Не знает классификации и принципов работы электрооборудования, не умеет рассчитывать параметры электроприводов, не понимает требований электробезопасности.

Рекомендации экзаменатору

1. Задания закрытого типа (1–5) проверяются автоматически (MOODLE) или по ключу.
2. Задания открытого типа (6–20) оцениваются экспертом по приведенным критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 18.
   — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Электрооборудование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» (разделы по источникам питания, цифровым шинам, тяговым электроприводам, аккумуляторным батареям, электромагнитной совместимости, переходным процессам и предиктивной диагностике) и направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению испытаний электрооборудования ПТСДС, а также к обработке и интерпретации результатов испытаний для принятия обоснованных конструкторских решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине «Базовые шасси наземных транспортно-технологических средств»

1. Что согласно ГОСТ и технической терминологии понимается под «базовым шасси»?
а) Автомобиль с полностью укомплектованным кузовом для перевозки пассажиров
б) Транспортное средство, которое в целом или его основные компоненты (кузов или шасси) использованы для создания другого транспортного средства (специализированного)
в) Рама автомобиля без установленных агрегатов и узлов
г) Испытательный стенд для проверки узлов трансмиссии

2. Какой основной показатель надежности базового шасси характеризует его способность сохранять работоспособность до наступления предельного состояния?
а) Коэффициент технической готовности
б) Наработка на отказ
в) Ресурс (назначенный срок службы)
г) Интенсивность отказов

3. Для чего на базовых шасси грузовых автомобилей устанавливается коробка отбора мощности (КОМ)?
а) Для увеличения крутящего момента на ведущих колесах
б) Для привода навесного и специального оборудования (насосов, компрессоров, лебедок) от двигателя автомобиля
в) Для переключения между полным и задним приводом
г) Для снижения расхода топлива при движении порожняком

4. Что понимается под «технологичностью конструкции» базового шасси при его производстве и ремонте?
а) Способность шасси развивать максимальную скорость на шоссе

б) Совокупность свойств конструкции, обеспечивающих оптимальные затраты средств, труда и времени при изготовлении, эксплуатации и ремонте
в) Возможность установки на шасси любого типа надстройки без переделки рамы
г) Использование исключительно импортных комплектующих

5. Какой документ разрабатывается при создании нового или модернизированного базового шасси и содержит комплекс требований к его изготовлению, приемке и методам контроля?
а) Инструкция по эксплуатации
б) Технические условия (ТУ)
в) Каталог запасных частей
г) Маршрутная карта

6. Установите соответствие между колесной формулой базового шасси и типичной областью применения специализированной машины на его базе:
1. 4x2
2. 6x4
3. 8x4
4. 6x6

а) Тяжелые автокраны, бетоносмесители большой емкости.
б) Легкие фургоны, машины скорой помощи, эвакуаторы.
в) Самосвалы, автобетононасосы, мусоровозы средней тяжести.
г) Вахтовки, буровые установки, техника для работы в условиях бездорожья.

7. Рассчитайте допустимую массу надстройки (специального оборудования), которую можно установить на базовое шасси, если его полная разрешенная масса составляет 12 000 кг, а масса снаряженного шасси с кабиной, топливом и водителем равна 5 500 кг. Какое условие необходимо проверить дополнительно?

8. Опишите алгоритм выбора базового шасси для проектирования пожарной автоцистерны.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода проектирование модульного базового шасси для семейства коммунальных машин.

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ 33709 (или аналогичных стандартов на шасси) и РПД по теме «Требования к рамам базовых шасси». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «При эксплуатации автокрана на базовом шасси КамАЗ в лонжеронах рамы появились усталостные трещины в зоне за задним мостом». Проведите декомпозицию задачи.

12. Какие риски возникают при монтаже тяжелой надстройки на базовое шасси со смещением центра тяжести далеко назад за задний мост?

13. Составьте сравнительную таблицу лонжеронной рамы и несущего кузова (интегрированного шасси) при использовании их в качестве базы для специализированных машин.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Чтобы автокран был легче, мы срезали все поперечины рамы базового шасси, оставив только два лонжерона». Какие признаки указывают на катастрофическую опасность?

15. Разработайте критерии выбора базового шасси для техники, эксплуатируемой в условиях Крайнего Севера (температуры до -50 °C).

16. Опишите методику разработки Технических условий (ТУ) на модернизированное базовое шасси.

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как внедрение электрических базовых шасси (платформ типа «skateboard») меняет процесс монтажа специализированного оборудования?

18. Разработайте алгоритм расчета нагрузок на оси базового шасси при установке на него новой надстройки.

19. Опишите, как системный подход помогает при управлении жизненным циклом парка базовых шасси на предприятии. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития базовых шасси НТТС (ПК-2.5). Как автономность и цифровизация влияют на процесс их проектирования?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Транспортное средство, которое в целом или его основные компоненты использованы для создания другого транспортного средства.
2	в) Ресурс (назначенный срок службы).
3	б) Для привода навесного и специального оборудования от двигателя автомобиля.
4	б) Совокупность свойств конструкции, обеспечивающих оптимальные затраты средств, труда и времени...
5	б) Технические условия (ТУ).

6	1-б, 2-в, 3-а, 4-г. *Критерий*: Полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$M_{\text{надстройки}} = M_{\text{полн}} - M_{\text{шасси}} = 12000 - 5500 = 6500$ кг. Дополнительно необходимо проверить распределение этого веса по осям, чтобы не превысить допустимые нагрузки на переднюю и заднюю оси, указанные в руководстве по эксплуатации шасси. *Критерий:* верный расчет массы и указание на проверку осевых нагрузок — 5 баллов.
8	1) Определение требуемого объема цистерны и массы оборудования. 2) Выбор колесной формулы (обычно 4x2 или 4x4) в зависимости от условий эксплуатации. 3) Проверка допустимых нагрузок на оси при полной массе. 4) Наличие КОМ для привода пожарного насоса. 5) Проверка габаритных ограничений (высота кабины, ширина рамы). 6) Оценка наличия усиленной подвески и тормозной системы. *Критерий*: 5-6 логичных шагов — 5 баллов.
9	*Вход*: требования к семейству машин (уборочная, поливомоечная, мусоровоз). *Процесс*: создание унифицированной рамы с стандартными точками крепления, единой кабиной и силовым агрегатом, но с возможностью монтажа разных модулей надстройки. *Выход*: снижение стоимости производства и упрощение ремонта. *Обратная связь*: сбор данных об износе унифицированных узлов для их последующего усиления или модернизации. *Критерий*: Системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
10	Общие (ГОСТ): требования к прочности, жесткости на кручение и изгиб, усталостной долговечности сварных швов. Специфические (РПД/практика): наличие отверстий для крепления надстройки (с определенным шагом), усиление лонжеронов в местах установки опорных элементов спецоборудования, применение высокопрочных сталей для снижения массы рамы. *Критерий*: Структурированный анализ — 10 баллов.
11	1) Анализ нагрузок: превышение расчетных динамических нагрузок при работе крана. 2) Конструктивные особенности: наличие концентраторов напряжений (отверстия, резкие переходы сечений). 3) Качество изготовления: дефекты сварных швов усилителей. 4) Условия эксплуатации: движение по плохим дорогам с грузом на стреле. 5) Разработка мероприятий: установка дополнительных усилителей (косынок), изменение режима эксплуатации. *Критерий*: 4-5 подзадач — 10 баллов.

<table>
<tr><td>12</td><td>1) Перегрузка заднего моста и разрушение элементов подвески (рессор, амортизаторов). 2) Снижение нагрузки на переднюю ось, что приводит к потере управляемости (невозможность повернуть колеса). 3) Риск опрокидывания шасси назад при резком торможении или подъеме в гору. 4) Ускоренный износ шин задних колес.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td><table>
<tr><th>Критерий</th><th>Лонжеронная рама</th><th>Несущий кузов (интегрированное шасси)</th></tr>
<tr><td>Жесткость на кручение</td><td>Относительно низкая (требует подрамника)</td><td>Очень высокая</td></tr>
<tr><td>Возможность монтажа тяжелой надстройки</td><td>Высокая (рама воспринимает основные нагрузки)</td><td>Ограниченная (риск деформации кузова)</td></tr>
<tr><td>Масса конструкции</td><td>Выше</td><td>Ниже</td></tr>
<tr><td>Ремонтопригодность после ДТП</td><td>Высокая (замена или рихтовка лонжеронов)</td><td>Низкая (требует сложной стапельной правки)</td></tr>
</table>
Критерий: Полная таблица — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Поперечины обеспечивают жесткость рамы на кручение; их удаление приведет к «скручиванию» лонжеронов. 2) Резкое снижение усталостной прочности и появление трещин в лонжеронах. 3) Нарушение геометрии крепления надстройки, что приведет к ее разрушению. 4) Высокий риск опрокидывания крана из-за потери устойчивости рамы.
Критерий: ≥3 инженерно обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Наличие системы предпускового подогрева двигателя и жидкостного подогрева кабины. 2) Применение морозостойких сталей в раме и РТИ (резинотехнических изделий). 3) Утепление моторного отсека и аккумуляторных батарей. 4) Специальные арктические шины или возможность установки гусеничного движителя. 5) Использование низкотемпературных масел и жидкостей.
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>16</td><td>1) Анализ базовых национальных стандартов (ГОСТ) и исходных ТУ завода-изготовителя. 2) Формулирование специфических требований к модернизированным узлам (усиленная рама, новый двигатель). 3) Разработка методов контроля и испытаний (стендовые, дорожные). 4) Определение правил приемки (поштучно или партиями). 5) Указание требований к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению. 6) Согласование и утверждение ТУ.
Критерий: 5-6 этапов — 10 баллов.</td></tr>
</table>

17	Отсутствие ДВС, карданного вала и выхлопной системы освобождает пространство и позволяет монтировать оборудование в любом месте рамы. Низкое расположение батарей снижает центр тяжести, повышая устойчивость крана или подъемника. Однако требуется разработка новых систем отбора мощности (электрических) и обеспечение защиты батарей от ударов и перегрева при работе спецоборудования. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Определение массы и координат центра тяжести (ЦТ) базового шасси. 2) Определение массы и координат ЦТ надстройки. 3) Расчет общего ЦТ автомобиля с надстройкой. 4) Составление уравнений статического равновесия (сумма моментов относительно передней и задней осей) для нахождения реакций опор (нагрузок на оси). 5) Сравнение полученных нагрузок с допустимыми значениями из документации на шасси. *Критерий*: 5 шагов с указанием физических законов — 10 баллов.
19	*Вход*: технические характеристики шасси, условия эксплуатации, бюджет. *Процесс*: планирование ТО и ремонтов, контроль расхода топлива и шин, анализ простоев. *Выход*: коэффициент технической готовности (Ктг), стоимость владения (ТСО). *Обратная связь*: данные телематики и дефектовки, позволяющие корректировать межсервисные интервалы и выбирать более надежные шасси для будущих закупок. *Критерий*: Корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: создание беспилотных базовых шасси (роботизированных тягачей) без кабины оператора, развитие платформ с электромеханической трансмиссией (wheel-hub motors). Влияние на ПК-2: конструктор должен закладывать в раму и кузов места для установки лидаров, радаров и вычислительных блоков, предусматривать резервирование систем управления (дублирование гидравлики и электроники) и обеспечивать кибербезопасность каналов связи шасси с диспетчерским центром. *Критерий*: Глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание

Высокий (отлично)	90–100	Демонстрирует глубокие знания конструкций и классификации базовых шасси, владеет методами расчета нагрузок и разработки документации, способен применять системный подход и выявлять современные тенденции (электрификация, автономность).
Повышенный (хорошо)	75–89	Знает основные типы шасси и методы их расчета, умеет разрабатывать алгоритмы выбора и модернизации, но допускает неточности в сложных ситуационных задачах (расчет ЦТ, синтез электрических платформ).
Базовый (удовлетворительно)	70–74	Знает теоретические основы и стандарты, но испытывает трудности при применении системного подхода к проектированию рам и обосновании выбора шасси для специфических условий.
Неудовлетворительно	<70	Не знает классификации шасси, путает типы рам, не умеет рассчитывать нагрузки на оси, не понимает требований к разработке ТУ и технологичности.

5. Рекомендации экзаменатору

1. Задания закрытого типа (1–5) проверяются автоматически (MOODLE) или по ключу.
2. Задания открытого типа (6–20) оцениваются экспертом по приведенным критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 16.
   — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Базовые шасси наземных транспортно-технологических средств» (разделы по классификации, конструкциям, работоспособности, разработке ТУ и технологической документации) и направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению испытаний базовых шасси НТТС и ПТСДС, а также к обработке и интерпретации результатов испытаний для принятия обоснованных конструкторских решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине
«Гидропневмопривод наземных транспортно-технологических средств»

1. Какой тип насоса изменяет объем рабочей камеры за счет возвратно-поступательного или вращательного движения вытеснителей, обеспечивая высокое давление?
а) Динамический (центробежный)
б) Объемный (поршневой, шестеренный, пластинчатый)
в) Струйный
г) Воздуходувный

2. Какой элемент гидроавтоматики предназначен для ограничения максимального давления в системе и защиты ее от перегрузок?
а) Обратный клапан
б) Предохранительный клапан
в) Дроссель
г) Гидроаккумулятор

3. Для чего в гидросистемах мобильных машин (например, автокранов) применяются гидроаккумуляторы?
а) Для нагрева рабочей жидкости
б) Для аккумулирования энергии, сглаживания пульсаций давления и создания аварийного запаса жидкости
в) Для очистки масла от механических примесей
г) Для изменения направления потока жидкости

4. Какое уравнение описывает связь между расходом жидкости (Q), площадью поперечного сечения трубопровода (A) и средней скоростью потока (v)?
а) $Q = p \cdot A$
б) $Q = v/A$
в) $Q = v \cdot A$
г) $Q = v \cdot A^2$

5. Что является обязательным элементом подготовки сжатого воздуха в пневмоприводах ПТСДС?
а) Нагреватель воздуха
б) Блок подготовки воздуха (фильтр, редуктор, лубрикатор — ФРЛ)
в) Гидравлический бак
г) Пароувлажнитель

6. Установите соответствие между элементом гидропривода и его основной функцией:
1. Гидронасос
2. Гидромотор

3. Гидроцилиндр
4. Гидрораспределитель

а) Преобразование энергии потока жидкости во вращательное движение выходного вала.
б) Преобразование энергии потока жидкости в возвратно-поступательное движение.
в) Изменение направления потока рабочей жидкости для управления движением гидродвигателей.
г) Преобразование механической энергии привода в энергию потока жидкости (создание давления и расхода).

7. Рассчитайте требуемый расход рабочей жидкости (Q) для выдвижения штока гидроцилиндра со скоростью $v = 0.15$ м/с, если внутренний диаметр цилиндра $D = 100$ мм. (Площадью штока пренебречь для упрощения или считать расчет на выдвижение).

8. Опишите алгоритм подбора гидравлического насоса для механизма подъема автомобильного крана.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода проектирование гидросистемы управления отвалом бульдозера.

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ и РПД по теме «Требования к рабочим жидкостям (гидравлическим маслам) для ПТСДС». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «Гидросистема экскаватора постоянно перегревается при работе в летний период». Проведите декомпозицию задачи для поиска причин.

12. Какие риски возникают при заправке гидросистемы погрузчика маслом с вязкостью, не соответствующей климатическим условиям (например, летнее масло зимой)?

13. Составьте сравнительную таблицу шестеренных и аксиально-поршневых насосов для применения в мобильных ПТСДС.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Мы заглушили предохранительный клапан в гидросистеме крана, чтобы он поднимал грузы на 20% тяжелее». Какие признаки указывают на катастрофическую опасность?

15. Разработайте критерии выбора гидравлического распределителя (золотникового) для управления стрелой автокрана.

16. Опишите методику проведения лабораторных/стендовых испытаний гидроцилиндра на герметичность и плавность хода.

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как внедрение электрогидравлических пропорциональных распределителей меняет конструкцию и управление ПТСДС?

18. Разработайте алгоритм расчета потерь давления на трение по длине прямого трубопровода гидропривода.

19. Опишите, как системный подход помогает при создании «Цифрового двойника» гидропривода мобильного крана. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития гидропневмоприводов ПТСДС (ПК-2.1, ПК-2.2). Как «цифровая гидравлика» и энергосберегающие схемы влияют на процесс проектирования?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Объемный. *Обоснование*: Объемные насосы работают по принципу изменения объема рабочей камеры и способны создавать высокое давление, необходимое в гидроприводах ПТСДС.
2	б) Предохранительный клапан.
3	б) Для аккумулирования энергии, сглаживания пульсаций давления и создания аварийного запаса жидкости.
4	в) $Q = v \cdot A$ (уравнение неразрывности потока).
5	б) Блок подготовки воздуха (фильтр, редуктор, лубрикатор — ФРЛ).
6	1-г, 2-а, 3-б, 4-в. *Критерий*: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	Площадь поршня: $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.1^2}{4} = 0.00785$ м^2. Расход: $Q = v \cdot A = 0.15 \cdot 0.00785 = 0.0011775$ м^3/с ≈ 70.65 л/мин. *Критерий*: верные формулы площади и расхода, правильный расчет и перевод единиц — 5 баллов.
8	1) Определение требуемого рабочего давления (p) на основе нагрузки и площади поршня. 2) Расчет потребного расхода (Q) исходя из требуемой скорости подъема. 3) Выбор типа насоса (обычно аксиально-поршневой для высоких давлений). 4) Проверка частоты вращения вала насоса и совместимости с КОМ (коробкой отбора мощности). 5)

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>Расчет потребляемой мощности и подбор электродвигателя или вала отбора мощности. 6) Проверка кавитационного запаса на всасывании.
Критерий: 5-6 логичных шагов — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Вход: требования к усилию резания, скорости опускания/подъема, точности позиционирования. Процесс: выбор насоса (шестеренный для простоты или аксиально-поршневой с регулированием), проектирование схемы с золотниковым распределителем, добавление клапана противовеса (для предотвращения самопроизвольного опускания отвала). Выход: надежная и безопасная схема. Обратная связь: датчики давления и положения для интеграции с системой автоматического нивелирования.
Критерий: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Общие (ГОСТ): вязкостно-температурные свойства, антиокислительная стабильность, антикоррозионные свойства, совместимость с уплотнениями. Специфические (РПД/практика): для северного исполнения — низкая температура застывания (до -45°С), для гидрообъемных передач — высокие противоизносные свойства (присадки ZDDP), класс чистоты по ISO 4406 (не ниже 18/16/13).
Критерий: Структурированный анализ — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Проверка уровня масла и его вязкости (не слишком ли густое или жидкое). 2) Анализ состояния теплообменника (радиатора) — загрязнение сот снаружи или накипь внутри. 3) Проверка работы вентилятора обдува и вязкостной муфты. 4) Анализ настроек предохранительных клапанов (сброс давления в бак при перегрузках вызывает нагрев). 5) Проверка внутренней утечки в насосе или распределителях (переток жидкости через зазоры).
Критерий: 4-5 подзадач — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Резкое возрастание вязкости при низких температурах приводит к кавитации на всасывании насоса (голодание, разрушение поверхностей). 2) Повышение сопротивления в трубопроводах, рост потерь давления. 3) Затрудненный пуск двигателей и гидромоторов. 4) Разрыв фильтрующих элементов из-за перепада давления. 5) Полный выход насоса из строя в первые минуты работы.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td><table>
<tr><td>Критерий</td><td>Шестеренный насос</td><td>Аксиально-поршневой насос</td></tr>
<tr><td>Рабочее давление</td><td>Среднее (до 20-25 МПа)</td><td>Высокое (до 35-45 МПа)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>КПД</td><td>Ниже (больше внутренние утечки)</td><td>Высокий (объемный и механический)</td></tr>
<tr><td>Регулирование подачи</td><td>Обычно нерегулируемый</td><td>Легко регулируемый (изменением угла наклона блока)</td></tr>
<tr><td>Стоимость и чувствительность к загрязнению</td><td>Низкая стоимость, высокая стойкость к грязи</td><td>Высокая стоимость, требует высокой чистоты масла</td></tr>
</table>
Критерий: Полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Предохранительный клапан — последний рубеж защиты от разрыва рукавов и разрушения насоса. 2) Превышение давления приведет к разрыву РВД, выбросу струи масла под давлением (травматизм). 3) Перегрузка металлоконструкций стрелы, не рассчитанных на такой момент (риск опрокидывания или излома). 4) Грубейшее нарушение ФНП и ТР ТС 010/2011.
Критерий: ≥3 инженерно обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Максимальный расход жидкости (Q_{max}) и рабочее давление. 2) Количество рабочих позиций (обычно 4/3 или 6/3 для сложных движений). 3) Тип управления (ручное, электромагнитное, гидравлическое, пропорциональное). 4) Тип золотника (с закрытым, открытым или плавающим центром — для крана важно закрытый центр для удержания нагрузки). 5) Способ монтажа (секционный, моноблочный, на плите).
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>16</td><td>1) Визуальный осмотр уплотнений и штока. 2) Подача давления в поршневую полость (на выдвижение) до 1.25-1.5 от номинального, выдержка, проверка на утечки по штоку. 3) Подача давления в штоковую полость (на втягивание), проверка герметичности. 4) Проверка плавности хода при номинальном давлении (отсутствие рывков и заеданий). 5) Измерение усилия трения покоя.
Критерий: 5 этапов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>17</td><td>Позволяет плавно регулировать скорость гидродвигателей и усилие пропорционально входному электрическому сигналу (от джойстика). Это устраняет гидравлические удары, повышает точность позиционирования рабочих органов (например, ковша экскаватора), снижает нагрузку на металлоконструкции. Требует наличия бортового контроллера и обратной связи (датчиков давления или</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	положения). *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Определение скорости потока ($v = Q/A$). 2) Расчет числа Рейнольдса ($Re = v \cdot d/\nu$) для определения режима течения. 3) Выбор коэффициента гидравлического трения (λ) по формуле Дарси или Блазиуса. 4) Расчет потерь напора по формуле Дарси-Вейсбаха ($h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$). 5) Перевод потерь напора в потери давления ($\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_f$). *Критерий*: 5 шагов с указанием физических законов — 10 баллов.
19	*Вход*: данные с датчиков давления, расхода, температуры, положения штоков. *Процесс*: математическая модель гидросистемы в реальном времени, расчет КПД, выявление внутренних утечек, прогнозирование остаточного ресурса насоса. *Выход*: рекомендации оператору, предупреждения о необходимости ТО. *Обратная связь*: фактические данные об отказах для уточнения модели двойника. *Критерий*: Корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: переход к цифровым распределителям (с дискретным управлением множеством мелких золотников вместо пропорциональных), использование насосов с электроприводом (EHA - Electro-Hydrostatic Actuators) без гидравлических магистралей, рекуперация энергии при опускании стрелы (через гидроаккумуляторы или электрогенераторы). Влияние на ПК-2: конструктор проектирует не просто гидросхему, а мехатронный узел, интегрируя алгоритмы управления, датчики и силовую электронику непосредственно в гидравлические компоненты. *Критерий*: Глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Демонстрирует глубокие знания принципов работы и расчета гидропневмоприводов, умеет подбирать компоненты и разрабатывать схемы, способен применять системный подход и выявлять современные тенденции (цифровая гидравлика).

Повышенный, «хорошо»	75–89	Знает основные элементы и формулы, умеет решать типовые задачи подбора и расчета, но допускает неточности в сложных ситуационных задачах (анализ перегрева, синтез цифровых двойников).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Знает теоретические основы и стандартные схемы, но испытывает трудности при применении системного подхода к проектированию и обосновании выбора компонентов.
Неудовлетворительно	Менее 70	Не знает принципов работы объемных машин, путает элементы гидроавтоматики, не умеет выполнять базовые расчеты расхода и давления, не понимает требований безопасности.

Инструкция для экзаменатора

1. Задания закрытого типа 1–5 проверяются автоматически в MOODLE или по ключу.
2. Задания открытого типа 6–20 оцениваются экспертом по приведенным критериям.
3. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 16.
   — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Гидропневмопривод наземных транспортно-технологических средств» (разделы по объёмным насосам, гидроавтоматике, гидроцилиндрам, распределителям, рабочим жидкостям, пневмоприводу, а также практические работы по расчёту параметров, управлению цилиндрами и стендовым испытаниям) и направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению испытаний гидропневмоприводов ПТСДС, а также к обработке и интерпретации результатов испытаний для принятия обоснованных конструкторских решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине
«Программирование роботизированных комплексов»

1. Что такое TCP (Tool Center Point) в программировании промышленных роботов?
а) Центральная точка системы координат цеха
б) Точка центра инструмента, относительно которой рассчитывается траектория движения
в) Точка максимального ускорения манипулятора
г) Точка подключения пульта Teach Pendant

2. Какой метод программирования робота предполагает физическое перемещение манипулятора оператором с пульта для запоминания контрольных точек?
а) Оффлайн-программирование (Offline Programming)
б) Обучение с пульта (Teach Pendant / Online Programming)
в) Lead-through programming (обучение ведением)
г) Текстовое программирование на Python

3. Какова основная роль программируемого логического контроллера (ПЛК) в составе роботизированного комплекса?
а) Расчет кинематики и динамики манипулятора
б) Управление внешним периферийным оборудованием, конвейерами и обеспечение блокировок безопасности
в) Генерация 3D-модели детали
г) Хранение CAD-моделей изделий

4. Что означает термин «сингулярность» в контексте кинематики роботизированного манипулятора?
а) Положение, в котором робот достигает максимальной скорости
б) Положение, в котором робот теряет одну или более степеней свободы, что приводит к математической неопределенности и резким движениям
в) Точка, в которой инструмент касается детали
г) Режим аварийной остановки

5. Какой международный (и национальный) стандарт регламентирует требования безопасности к промышленным роботам и роботизированным комплексам?
а) ISO 9001
б) ГОСТ Р ИСО 10218-1/2 (ISO 10218-1/2)
в) ГОСТ 2.052-2019
г) IEC 61131-3

6. Установите соответствие между методом программирования робота и его характеристикой:

1. Оффлайн-программирование (OLP)
2. Обучение с пульта (Teach Pendant)
3. Lead-through (обучение ведением)

а) Оператор физически берет манипулятор за инструмент и ведет его по траектории, система запоминает точки.
б) Программа создается в виртуальной среде (CAD/CAM) без остановки реального оборудования, затем загружается в контроллер.
в) Оператор использует ручной пульт для пошагового перемещения робота в нужные точки и записи их координат.

7. Рассчитайте время цикла (Cycle Time) роботизированной ячейки по паллетированию коробок с запасными частями для ПТСДС, если: время перемещения к коробке — 2 с, время захвата — 1.5 с, время перемещения на паллету — 2.5 с, время отпускания — 1 с, время возврата в исходную позицию — 2 с.

8. Опишите алгоритм программирования роботизированной ячейки для дуговой сварки рамы бульдозера.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода интеграцию системы технического зрения (3D-камеры) в роботизированный комплекс для сортировки литых деталей ПТСДС.

10. Синтезируйте информацию из ГОСТ Р ИСО 10218-2 и РПД по теме «Требования к безопасности роботизированных комплексов». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «Робот-манипулятор в окрасочной камере постоянно останавливается с ошибкой "Singularity" при покраске сложной криволинейной поверхности кабины». Проведите декомпозицию задачи.

12. Какие риски возникают при неправильной калибровке TCP (Tool Center Point) в роботизированном комплексе сборки узлов ПТСДС?

13. Составьте сравнительную таблицу методов «Онлайн-программирование» vs «Оффлайн-программирование» для внедрения нового робота в цех металлоконструкций.

14. Проанализируйте достоверность источника: статья в блоге «Как мы отключили лазерные сканеры безопасности в роботоячейке, чтобы робот работал на 100% скорости и не останавливался при приближении оператора». Какие признаки указывают на опасность?

15. Разработайте критерии выбора роботизированного манипулятора для загрузки тяжелых заготовок (50 кг) в токарный станок с ЧПУ.

16. Опишите методику проведения испытаний и валидации точности траектории нового роботизированного комплекса.

17. Синтезируйте данные из лекций и практики: как внедрение концепции «Цифровой двойник» (Digital Twin) меняет процесс программирования и испытаний роботизированных комплексов?

18. Разработайте алгоритм расчета необходимого количества роботов-сварщиков для конвейерной линии сборки автогрейдеров, если такт конвейера составляет 120 секунд, а время сварки одного узла роботом — 45 секунд (с учетом времени на смену инструмента и позиционирование).

19. Опишите, как системный подход помогает при управлении жизненным циклом роботизированного комплекса на предприятии. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития программирования роботизированных комплексов (ПК-4.2). Как ИИ и no-code платформы влияют на процесс испытаний?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) Точка центра инструмента, относительно которой рассчитывается траектория движения.
2	б) Обучение с пульта (Teach Pendant / Online Programming).
3	б) Управление внешним периферийным оборудованием, конвейерами и обеспечение блокировок безопасности.
4	б) Положение, в котором робот теряет одну или более степеней свободы...
5	б) ГОСТ Р ИСО 10218-1/2 (ISO 10218-1/2).
6	1-б, 2-в, 3-а. *Критерий*: Полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$T_{\text{цикла}} = 2 + 1.5 + 2.5 + 1 + 2 = 9$ секунд. *Критерий*: верная формула и расчет — 5 баллов.
8	1) Импорт 3D-модели рамы в среду OLP. 2) Определение и калибровка TCP сварочной горелки. 3) Задание сварочных швов (траекторий) с учетом углов наклона горелки и технологии сварки. 4) Генерация кода и симуляция на отсутствие коллизий и сингулярностей. 5) Перенос программы на реальный робот. 6) Пробный прогон без сварки (сухой прогон). 7) Корректировка точек с учетом реальных допусков сборки и проведение тестовых швов.

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>Критерий: 6-7 логичных шагов — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Вход: неориентированные детали на конвейере, освещение, требования к точности. Процесс: камера сканирует деталь, алгоритм определяет ее координаты и ориентацию (6D pose), передает данные в контроллер робота, который корректирует траекторию захвата в реальном времени. Выход: точный захват детали независимо от ее положения. Обратная связь: анализ процента успешных захватов, калибровка камеры при изменении освещения или замене деталей.
Критерий: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Общие (ГОСТ): наличие ограждений, световых барьеров, кнопок аварийной остановки (E-Stop), ограничение скорости в режиме обучения. Специфические (РПД/практика): настройка зон безопасности (Safety Zones) в контроллере робота, блокировка пуска при открытии дверей ячейки, требования к заземлению и защите от электромагнитных помех в цехах сварки ПТСДС.
Критерий: структурированный анализ — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Анализ траектории: прохождение манипулятора через сингулярную точку (совпадение осей). 2) Проверка конфигурации робота (выбор альтернативной конфигурации, например, Flip/NoFlip). 3) Изменение угла наклона инструмента (TCP) относительно поверхности. 4) Разбиение сложной траектории на более мелкие сегменты. 5) Изменение базовой системы координат или положения робота относительно детали.
Критерий: 4-5 подзадач — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Неточное позиционирование инструмента, ведущее к браку сборки или повреждению деталей. 2) Непредсказуемые движения робота при изменении ориентации инструмента, что может привести к коллизии (удару) с оборудованием. 3) Невозможность использования оффлайн-программирования (программа, написанная в CAD, не будет соответствовать реальности). 4) Риск травмирования персонала при работе в общей ячейке (коллаборативный режим).
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><td>Критерий</td><td>Онлайн (с пульта)</td><td>Оффлайн (OLP)</td></tr>
<tr><td>Простой оборудования</td><td>Высокий (робот не работает, пока его учат)</td><td>Нулевой (программа пишется параллельно с работой)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Точность</td><td>Зависит от навыков оператора, высокая</td><td>Высокая (на основе CAD-модели), требует калибровки</td></tr>
<tr><td>Сложность траекторий</td><td>Ограничена (сложно выдерживать углы)</td><td>Высокая (автоматическая генерация по 3D-модели)</td></tr>
<tr><td>Стоимость внедрения</td><td>Низкая (нужен только пульт)</td><td>Высокая (требуются лицензии на ПО и инженеры)</td></tr>
</table>
Критерий: Полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Грубейшее нарушение ГОСТ Р ИСО 10218 и требований охраны труда. 2) Риск тяжкого травматизма или гибели оператора из-за высокой скорости и массы манипулятора. 3) Уголовная ответственность для должностных лиц предприятия. 4) Блог не является нормативным документом и пропагандирует заведомо преступную халатность.
Критерий: ≥3 инженерно и юридически обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Грузоподъемность (с запасом 20-30%, т.е. не менее 60-70 кг). 2) Рабочий радиус (Reach) — должен доставать от зоны хранения до патрона станка. 3) Количество степеней свободы (обычно 6 для сложной ориентации). 4) Класс защиты (IP) — наличие пыли и СОЖ требует IP67. 5) Точность позиционирования (повторяемость).
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>16</td><td>1) Калибровка базовой системы координат и TCP. 2) Запуск программы в режиме пониженной скорости (T1). 3) Использование лазерного трекера или щупа для замера фактического положения TCP в контрольных точках. 4) Сравнение фактических координат с заданными (CAD-моделью). 5) Расчет отклонений (точность и повторяемость). 6) Корректировка программы или механическая юстировка при превышении допусков.
Критерий: 5-6 этапов — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>17</td><td>Позволяет проводить виртуальные испытания (commissioning) до физического монтажа робота. Выявление коллизий, расчет времени цикла и оптимизация траекторий происходят в виртуальной среде. Двойник получает данные с реальных датчиков, позволяя прогнозировать износ</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	редукторов и планировать ТО, что переводит испытания из разряда разовых мероприятий в непрерывный мониторинг. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Определение такта линии ($T_{\text{такт}} = 120$ с). 2) Определение времени цикла одного робота ($T_{\text{робота}} = 45$ с). 3) Расчет теоретического количества: $N = T_{\text{такт}}/T_{\text{робота}}$ — *Ошибка в логике*: количество роботов определяется как $N = T_{\text{сварки_всего}}/T_{\text{такт}}$. Если на один узел нужно 45 сек, а такт 120 сек, то 1 робот справится ($45 < 120$). Если же общее время сварки на изделие 250 сек, то $N = 250/120 = 2.08 \rightarrow 3$ робота. *Эталонный ответ*: $N = \lceil T_{\text{общее_время_сварки}}/T_{\text{такт}} \rceil$. *Критерий*: верная логика расчета такта и округление в большую сторону — 10 баллов.
19	*Вход*: CAD-модели новых изделий ПТСДС, требования к производительности. *Процесс*: адаптация программ, симуляция, физический прогон, производство. *Выход*: готовые сварные/окрашенные узлы. *Обратная связь*: данные о браке, простоях и износе инструмента, которые используются для корректировки программ и планирования замены расходников (электродов, сопел). *Критерий*: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: переход от жесткого программирования точек к адаптивному управлению с помощью ИИ (робот сам корректирует траекторию при смещении детали). No-code платформы позволяют операторам без глубоких знаний программирования создавать логику ячейки. Влияние на испытания: сокращение времени на пусконаладку, возможность тестирования сложных сценариев (например, захват деформируемых объектов) в симуляции перед физическим тестом. *Критерий*: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Демонстрирует глубокие знания методов программирования и архитектуры роботов, умеет рассчитывать циклы, планировать испытания и

		интерпретировать результаты, владеет системным подходом.
Повышенный, «хорошо»	75–89	Знает основные методы программирования и требования безопасности, умеет решать типовые задачи расчета, но допускает неточности в сложных ситуационных задачах (сингулярности, интеграция зрения).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Знает теоретические основы и стандарты, но испытывает трудности при применении системного подхода к анализу сбоев и синтезе современных технологий (цифровые двойники).
Неудовлетворительно	Менее 70	Не знает основ кинематики и программирования роботов, путает методы обучения, не понимает требований безопасности и не умеет рассчитывать параметры циклов.

Инструкция для экзаменатора

4. Задания закрытого типа 1–5 проверяются автоматически в MOODLE или по ключу.
5. Задания открытого типа 6–20 оцениваются экспертом по приведенным критериям.
6. Результаты заносятся в протокол ВСОКО с привязкой к индикаторам:
   — ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания ПТСДС) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 15, 16, 18.
   — ПК-4.2 (Обрабатывает и интерпретирует результаты для принятия конструкторских решений) — задания 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20.

Примечание: данный ФОС полностью отражает содержание РПД дисциплины «Программирование роботизированных комплексов» (разделы по архитектуре роботов, методам онлайн и оффлайн программирования, интеграции сенсоров, требованиям безопасности и испытаниям роботоячеек для производства ПТСДС) и направлен на проверку готовности инженера к планированию и проведению испытаний роботизированных комплексов, а также к обработке и интерпретации результатов для принятия обоснованных технологических решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине
«Производственная практика (эксплуатационная)»

1. Какой документ является первичным учётным документом, в котором студент ежедневно фиксирует выполненные работы, наблюдения и результаты измерений в период эксплуатационной практики?

а) Отчёт по практике
б) Характеристика-отзыв
в) Дневник производственной практики
г) Дефектная ведомость

2. Какой метод неразрушающего контроля наиболее применим на эксплуатационном предприятии для выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров) сварных швов стрелы автокрана?
а) Визуальный и измерительный контроль (ВИК)
б) Ультразвуковой контроль (УЗК)
в) Капиллярный контроль (пенетрантами)
г) Магнитопорошковый контроль (только поверхностные дефекты)

3. Что представляет собой «дефектная ведомость», составляемая по результатам диагностирования узла ПТСДС?
а) Документ, фиксирующий перечень выявленных неисправностей, их характер и объём работ для планирования ремонта
б) Смета на закупку нового оборудования
в) График плановых отпусков персонала
г) Сертификат соответствия узла

4. Какой комплексный показатель рассчитывается для оценки эффективности эксплуатации парка машин по данным, собранным в период практики?
а) Коэффициент технической готовности ($K_{\text{тг}}$)
б) Коэффициент аэродинамического сопротивления
в) Коэффициент сцепления движителя с грунтом
г) Коэффициент динамичности

5. Какой документ оформляется по завершении контроля/испытания тормозной системы или грузоподъёмного механизма после ТО и является основанием для допуска машины к эксплуатации?
а) Протокол испытаний (диагностирования) с заключением о соответствии/несоответствии нормативным требованиям
б) Накладная на запасные части
в) Путевой лист
г) Акт списания ГСМ

6. Установите соответствие между документом эксплуатационной практики и его назначением:
1. Дневник практики
2. Отчёт по практике
3. Характеристика-отзыв
4. Дефектная ведомость
5. Протокол испытаний

а) Итоговой документ, обобщающий выполненные работы, аналитику, расчёты и выводы по программе практики.
б) Документ предприятия с оценкой работы практиканта, подписанный руководителем и заверенный печатью.
в) Первичный документ ежедневного учёта работ, наблюдений и виз руководителя.
г) Результат контроля/испытания с зафиксированными измеренными значениями и заключением.
д) Перечень выявленных неисправностей узла с указанием характера дефектов и объёма ремонтных работ.

7. По данным, собранным в период практики на предприятии, рассчитайте коэффициент технической готовности ($K_{тг}$) парка из 8 колесных погрузчиков за месяц, если номинальный фонд времени на одну машину $T_{н} = 200$ ч, суммарные простои в ремонте на машину $T_{р} = 18$ ч, простои в техническом обслуживании $T_{то} = 12$ ч. Сделайте вывод о состоянии парка.

8. Опишите алгоритм проведения диагностирования гидропривода стрелы экскаватора на эксплуатационном предприятии в рамках индивидуального задания практики.

9. Проанализируйте с использованием системного подхода внедрение телематических систем (CAN-шина + GPS/ГЛОНАСС) в процесс эксплуатационного контроля парка ПТСДС на предприятии практики.

10. Синтезируйте требования ФНП ПС и программы практики по теме «Оформление результатов диагностирования грузоподъёмных машин». Выделите обязательные элементы протокола и общие/специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «На предприятии практики зафиксирован повышенный и неравномерный износ шин колесного погрузчика». Проведите декомпозицию задачи для поиска причин и разработки рекомендаций.

12. Какие риски возникают при ведении учёта работ по ТО, диагностике и испытаниям «на бумаге» без цифровых систем на предприятии?

13. Составьте сравнительную таблицу стратегий обслуживания по данным практики: «Планово-предупредительный ремонт (ППР)» vs «Ремонт по фактическому состоянию (предиктивный)».

14. Проанализируйте достоверность источника: запись в блоге сервисной службы «Мы перестали вести журналы ТО и карты диагностики — и так всё работает, а бумаги только отвлекают механиков». Какие признаки указывают на опасность такого подхода?

15. Разработайте критерии выбора переносного диагностического комплекса для сервисной зоны предприятия практики.

16. Опишите методику оформления протокола испытаний тормозной системы колесного погрузчика после текущего ремонта на предприятии практики.

17. Синтезируйте данные практики и лекций: как концепции «цифровой двойник» и предиктивная аналитика меняют содержание эксплуатационной практики и обработку её результатов?

18. Разработайте алгоритм расчёта потребности в запасных частях (на примере подшипников ступиц) для парка машин по данным об отказах, собранных за период практики.

19. Опишите, как системный подход помогает при организации рабочего места диагноста на предприятии практики. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития эксплуатации ПТСДС (ПК-4.2). Как IoT, предиктивное техническое обслуживание и мобильные приложения для механиков влияют на обработку и анализ результатов практики?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	в) Дневник производственной практики
2	б) Ультразвуковой контроль (УЗК)
3	а) Документ, фиксирующий перечень выявленных неисправностей, их характер и объём работ для планирования ремонта
4	а) Коэффициент технической готовности ($K_{тг}$)
5	а) Протокол испытаний (диагностирования) с заключением о соответствии/несоответствии нормативным требованиям
6	1-в, 2-а, 3-б, 4-д, 5-г. *Критерий*: полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	$K_{тг} = \frac{T_н - T_р - T_{то}}{T_н} = \frac{200-18-12}{200} = \frac{170}{200} = 0{,}85.$ Вывод: $K_{тг} = 0{,}85$ — парк находится в работоспособном состоянии, однако доля простоев (15 %) указывает на необходимость анализа причин ремонтов и оптимизации регламента ТО. *Критерий*: верная формула, подстановка, точный расчёт и обоснованный вывод — 5 баллов.

№ вопроса	Ответы
8	1) Изучение гидравлической схемы и технической документации машины. 2) Внешний осмотр (утечки, состояние РВД, фитингов, уровень и чистота рабочей жидкости). 3) Подключение диагностического оборудования (манометры, расходомеры, тепловизор) в контрольных точках. 4) Проведение замеров под нагрузкой (давление нагнетания, перепады на фильтрах, температура, время цикла). 5) Сравнение результатов с паспортными/нормативными значениями. 6) Фиксация данных в журнале и оформление дефектной ведомости при выявлении отклонений. 7) Формулирование выводов и рекомендаций. *Критерий*: 6-7 логичных шагов с указанием измерений — 5 баллов.
9	*Вход*: парк машин, требования к контролю расхода топлива, моточасов, нагрузок и местоположения. *Процесс*: установка бортовых терминалов, сбор телеметрии в реальном времени, передача на сервер, автоматический расчёт показателей и формирование тревог при отклонениях. *Выход*: оперативные данные о состоянии каждой машины, отчёты по простоям и перерасходу, планы превентивного ТО. *Обратная связь*: анализ расхождений телеметрии и ручного учёта, корректировка порогов тревог и регламента ТО. *Критерий*: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
10	Общие (ФНП/ГОСТ): указание объекта, даты, условий и применяемых средств измерений (с номерами поверки), измеренных значений, нормативных пределов, заключения о соответствии, подписей ответственных лиц. Специфические (программа практики/предприятие): привязка к инвентарному номеру машины, фиксация фактического режима нагружения при испытании, фотофиксация дефектов, рекомендации по дальнейшей эксплуатации или ремонту, отметка о прохождении студентом инструктажа по ТБ. *Критерий*: структурированный анализ, не менее 4 элементов — 10 баллов.
11	1) Анализ условий эксплуатации (покрытие площадки, характер грузов, скорость движения). 2) Проверка давления в шинах и его соответствия нагрузке. 3) Контроль углов установки колёс и состояния рулевого управления. 4) Анализ стиля вождения операторов (резкие манёвры, пробуксовка). 5) Проверка балансировки и состояния дисков. 6) Разработка мер: корректировка давления, регулировка схождения, обучение операторов, ротация шин.

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>Критерий: 4-5 подзадач с обоснованием — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Потеря и искажение данных, невозможность оперативного анализа истории отказов. 2) Пропуск сроков планового ТО из-за человеческого фактора. 3) Отсутствие прослеживаемости при расследовании инцидентов и аварий. 4) Низкая достоверность расчёта показателей эффективности парка ($K_{тг}$, наработка на отказ). 5) Рост трудозатрат на подготовку отчётности и риск ошибок транскрипции.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><th>Критерий</th><th>Планово-предупредительный ремонт (ППР)</th><th>Ремонт по фактическому состоянию</th></tr>
<tr><td>Основание для вмешательства</td><td>Наступление нормативного срока/наработки</td><td>Данные мониторинга (вибрация, температура, анализ масла)</td></tr>
<tr><td>Риск внепланового отказа</td><td>Средний (возможны отказы между сроками)</td><td>Низкий (раннее выявление деградации)</td></tr>
<tr><td>Расход ресурсов</td><td>Возможна замена ещё работоспособных узлов</td><td>Оптимизирован (замена только при необходимости)</td></tr>
<tr><td>Требования к инфраструктуре</td><td>Низкие (регламент и журнал)</td><td>Высокие (датчики, телематика, аналитика)</td></tr>
</table>
Критерий: полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Нарушение требований ФНП ПС и правил охраны труда об обязательной документации ТО и испытаний. 2) Невозможность доказать факт проведения обслуживания при аварии (юридические последствия). 3) Отсутствие базы для анализа причин отказов и прогнозирования ресурса. 4) Пропаганда в блоге не отменяет нормативных обязанностей и ведёт к росту риска травматизма.
Критерий: ≥3 инженерно и юридически обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Перечень диагностируемых систем (гидравлика, электрика, двигатель, тормоза). 2) Диапазоны и класс точности измерений, наличие действующей поверки. 3) Мобильность и защита корпуса (IP) для работы в цеху и на площадке. 4)</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	Совместимость с протоколами бортовых шин (CAN, J1939) и возможность экспорта данных. 5) Удобство оформления протоколов и стоимость владения. *Критерий*: 4-5 критериев — 10 баллов.
16	1) Фиксация идентификационных данных машины и условий испытания (покрытие, уклон, температура, масса). 2) Указание применяемых средств измерений с номерами и сроками поверки. 3) Регистрация измеренных величин (тормозной путь, замедление, усилие на органе управления, увод с траектории). 4) Сравнение с нормативными значениями по документации завода-изготовителя и ФНП. 5) Формулирование заключения о соответствии/несоответствии и допуске к эксплуатации. 6) Подписи исполнителя и руководителя работ, отметка о соблюдении ТБ. *Критерий*: 5-6 этапов — 10 баллов.
17	Практикант работает не только с разовыми замерами, но и с потоками телеметрии, сравнивая фактические параметры с моделью цифрового двойника узла. Это позволяет выявлять отклонения трендов (рост вибрации, температуры) до отказа, переходить от констатации неисправности к прогнозу остаточного ресурса и формировать обоснованные рекомендации по ТО. Обработка результатов смещается от ручных таблиц к аналитическим панелям и статистическим моделям. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Сбор статистики отказов/замен за период и определение средней наработки на отказ T_0. 2) Расчёт ожидаемого числа замен на одну машину за планируемый период: $n = T_{\text{пер}}/T_0$. 3) Расчёт потребности на парк: $N = n \cdot N_{\text{маш}}$. 4) Введение страхового запаса с учётом разброса и срока поставки (по распределению Пуассона/нормальному). 5) Округление и формирование заявки с учётом неснижаемого складского остатка. *Критерий*: 5 шагов с указанием зависимостей — 10 баллов.
19	*Вход*: номенклатура диагностируемых машин, требования ТБ и эргономики, перечень приборов. *Процесс*: зонирование поста (зона мойки/контроля, зона регулировок), оснащение стендами и СИЗ, разработка технологических карт диагностики, обеспечение освещения и вентиляции. *Выход*: рабочее место, позволяющее безопасно и достоверно выполнять диагностику и оформлять результаты. *Обратная связь*: замечания по результатам аттестации рабочего места и отзывы персонала, ведущие к дооснащению и корректировке

№ вопроса	Ответы
	планировки. *Критерий*: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: повсеместное внедрение датчиков состояния, облачных платформ хранения эксплуатационных данных, мобильных рабочих мест механиков с фотофиксацией и электронной подписью актов. Влияние на ПК-4: обработка результатов становится автоматизированной и статистически обоснованной, практикант учится работать с большими массивами телеметрии, строить тренды деградации и формулировать рекомендации на основе данных, а не интуиции, что повышает достоверность выводов отчёта. *Критерий*: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Свободно владеет методами диагностирования и испытаний, корректно обрабатывает и интерпретирует данные, рассчитывает показатели эксплуатации, уверенно отвечает на вопросы защиты, отчёт оформлен без замечаний.
Повышенный, «хорошо»	75–89	Выполняет диагностику и расчёты в целом верно, оформляет документацию с minor-замечаниями, допускает неточности в сложных вопросах (предиктивная аналитика, расчёт потребности ЗЧ).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Знает основы эксплуатации и оформления документации, но слабо применяет системный подход и испытывает трудности при интерпретации результатов измерений.
Неудовлетворительно	Менее 70	Не ведёт достоверный учёт работ, не умеет оформлять протоколы и дефектные ведомости, не интерпретирует результаты диагностики, нарушает требования ТБ.

По компонентам отчётности (отдельно, 100-балльная шкала каждого)

Дневник: регулярность записей, полнота, наличие ежедневных виз руководителя от предприятия, соответствие программе практики.

Отчёт: соответствие структуре, наличие аналитической части и расчётов, качество таблиц/рисунков, оформление по ГОСТ 7.32 / требованиям предприятия, обоснованность выводов.

Индивидуальное задание: корректность методики, расчётов и измерений, практическая ценность рекомендаций.

Характеристика-отзыв: оценка по шкале предприятия (переводится в баллы).

Защита: качество доклада и ответов на вопросы комиссии (по комплекту заданий 3–4).

Инструкция для экзаменатора

1. Итоговая оценка по практике рассчитывается как взвешенная сумма компонентов (п. 2.1): 15 % дневник + 30 % отчёт + 25 % индивидуальное задание + 10 % характеристика + 20 % защита. Каждый компонент предварительно оценивается по 100-балльной шкале.
2. Задания закрытого типа (1–5) задаются при защите и/или проверяются в MOODLE как входной/выходной контроль; задания открытого типа (6–20) используются выборочно как вопросы защиты и как темы аналитических разделов отчёта. Оцениваются экспертно по критериям.
3. Обязательна проверка соблюдения требований охраны труда и наличия инструктажей (отражается в дневнике и характеристике); при нарушении ТБ оценка снижается вплоть до «неудовлетворительно» независимо от баллов за задания.
4. Результаты заносятся в протокол ВСОКО и ведомость защиты с привязкой к индикаторам:
5. ПК-4.1 (Планирует и проводит испытания и исследования, организует диагностирование с соблюдением ТБ) — задания 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 15, 16, 18 + оценка дневника и индивидуального задания.
6. ПК-4.2 (Обрабатывает, анализирует и интерпретирует результаты, ведёт учёт, оформляет документацию) — задания 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20 + оценка отчёта, дефектных ведомостей и протоколов.

Примечание: данный ФОС отражает содержание программы производственной практики (эксплуатационной) (организация эксплуатации ПТСДС, участие в ТО и ремонте, диагностирование узлов и систем, проведение и протоколирование испытаний, обработка и анализ эксплуатационных данных, техника безопасности и оформление отчётной документации). В отличие от теоретических дисциплин, оценочные средства построены как система компонентов отчётности (дневник, отчёт, индивидуальное задание, характеристика-отзыв) и

комплекта заданий для защиты, что соответствует природе практики как вида практической подготовки. Материал направлен на проверку готовности инженера к проведению испытаний и исследований узлов и систем ПТСДС в реальных условиях эксплуатационного предприятия, а также к обработке, анализу и интерпретации полученных результатов для принятия обоснованных решений в рамках компетенции ПК-4.

Вопросы и задания по дисциплине
«Производственная практика (НИР)»

1. Какой межгосударственный стандарт устанавливает требования к структуре, оформлению и содержанию отчёта о научно-исследовательской работе?
а) ГОСТ 2.105-2019
б) ГОСТ 7.32-2017
в) ГОСТ Р 7.0.100-2018
г) ГОСТ 7.1-2003

2. Что является основной целью планирования эксперимента (построения матрицы планирования) при НИР узлов ПТСДС?
а) Увеличение числа опытов для «надёжности»
б) Получение максимального объёма информации о влиянии факторов при минимальном числе опытов
в) Исключение необходимости статистической обработки
г) Замена натурного эксперимента литературным обзором

3. Какой вид исследования предполагает замену физического объекта его математической моделью с решением уравнений методом конечных элементов (МКЭ) или вычислительной гидродинамикой (CFD)?
а) Натурный эксперимент
б) Теоретическое (аналитическое) исследование
в) Численное (компьютерное) моделирование
г) Патентный поиск

4. Какой статистический показатель характеризует долю дисперсии зависимой переменной, объясняемую построенной регрессионной моделью (например, зависимости ресурса подшипника от нагрузки), и используется для оценки качества модели?
а) Коэффициент корреляции
б) Коэффициент детерминации R^2
в) Критерий Стьюдента
г) Уровень значимости α

5. Какой классификационный индекс используется при патентном поиске в рамках подготовки НИР для систематизации и поиска технических решений по теме исследования ПТСДС?
а) УДК (универсальная десятичная классификация)
б) МПК / IPC (международная патентная классификация)
в) ОКПД2
г) ИНН

6. Установите соответствие между элементом научно-исследовательской работы и его назначением:
1. Реферат отчёта о НИР
2. Матрица планирования эксперимента
3. Регрессионное уравнение
4. Список использованных источников

а) Краткое изложение цели, методов, основных результатов и выводов работы для быстрого ознакомления.
б) Упорядоченный перечень публикаций и нормативных документов, оформленный по ГОСТ Р 7.0.100.
в) Математическая модель, связывающая отклик (например, износ, КПД) с варьируемыми факторами.
г) Таблица, задающая комбинации уровней факторов для проведения опытов с минимальными затратами.

7. Для исследования влияния трёх факторов (давление, температура, вязкость жидкости) на объёмный КПД гидронасоса запланирован полный факторный эксперимент (ПФЭ) на двух уровнях. Определите число опытов ПФЭ. Сколько опытов потребуется при использовании полуреплики (дробного плана 2^{3-1})? Обоснуйте добавление центральных точек.

8. Опишите алгоритм постановки НИР по теме «Исследование влияния режимов нагружения на усталостную долговечность сварных швов стрелы автокрана».

9. Проанализируйте с использованием системного подхода организацию экспериментального стенда для НИР по трибодиагностике гидропривода ПТСДС.

10. Синтезируйте требования ГОСТ 7.32-2017 (отчёт о НИР) и требований рецензируемого издания/конференции по теме «Представление результатов НИР». Выделите общие и специфические требования.

11. Сформулируйте проблему: «Результаты численного моделирования (МКЭ) напряжений в узле поворота крана расходятся с данными натурных тензометрических испытаний на 25 %». Проведите декомпозицию задачи для поиска причин и верификации модели.

12. Какие риски возникают при некорректной статистической обработке результатов НИР (малая выборка, игнорирование выбросов, множественные сравнения без поправки)?

13. Составьте сравнительную таблицу методов исследования в НИР ПТСДС: «Натурный эксперимент» vs «Численное моделирование (МКЭ/CFD)».

14. Проанализируйте достоверность источника: запись в блоге «Мы опровергли классическую теорию усталости металлов — сделали три замера на одном образце и построили тренд в Excel». Какие признаки указывают на ненаучность?

15. Разработайте критерии выбора методики измерения/моделирования для НИР по оценке остаточного ресурса металлоконструкции мачты башенного крана.

16. Опишите методику обработки результатов многофакторного эксперимента НИР с построением регрессионной модели и проверкой её адекватности.

17. Синтезируйте данные практики и лекций: как концепции «цифровой двойник» и большие данные (телеметрия парка ПТСДС) меняют содержание и методы НИР?

18. Разработайте алгоритм подготовки научной статьи по результатам НИР для публикации в рецензируемом издании.

19. Опишите, как системный подход помогает при управлении НИР-проектом в период практики. Используйте понятия: вход, процесс, выход, обратная связь.

20. Обобщите современные тенденции развития методов НИР в области ПТСДС (ПК-4.2). Как open science, репозитории данных и ИИ-инструменты влияют на обработку и представление результатов?

Ключ к контрольным вопросам:

№ вопроса	Ответы
1	б) ГОСТ 7.32-2017
2	б) Получение максимального объёма информации о влиянии факторов при минимальном числе опытов.
3	в) Численное (компьютерное) моделирование
4	б) Коэффициент детерминации R^2
5	б) МПК / IPC (международная патентная классификация)
6	1-а, 2-г, 3-в, 4-б.

№ вопроса	Ответы
	Критерий: Полное соответствие — 5 баллов; 1 ошибка — 3 балла; 2 и более — 0.
7	ПФЭ: $N = 2^k = 2^3 = 8$ опытов. Полуреплика: $N = 2^{3-1} = 4$ опыта (экономия вдвое при допущении пренебрежения взаимодействиями высшего порядка). Центральные точки (обычно 2–3) добавляются для оценки дисперсии воспроизводимости, проверки адекватности линейной модели и выявления эффекта кривизны (необходимости перехода к плану второго порядка). *Критерий*: верные формулы, расчёт обоих планов и обоснование центральных точек — 5 баллов.
8	1) Анализ актуальности и формулирование научной проблемы. 2) Постановка цели и декомпозиция на задачи. 3) Обзор литературы и патентный поиск (МПК, базы ФИПС/Scopus), выявление нерешённых вопросов. 4) Выбор объекта и предмета исследования, определение варьируемых факторов и отклика. 5) Обоснование методики (натурные усталостные испытания и/или расчёт по гипотезе Палмгрена-Майнера + МКЭ). 6) Планирование эксперимента и определение объёма выборки. 7) Формулирование ожидаемых результатов и научной новизны. *Критерий*: 6-7 логичных шагов с привязкой к теме — 5 баллов.
9	*Вход*: цель исследования, перечень измеряемых величин (давление, расход, температура, концентрация продуктов износа), требования к точности и метрологической прослеживаемости. *Процесс*: компоновка стенда (насос — нагрузка — измерительный тракт), подбор поверенных средств измерений, аттестация методики, калибровка датчиков, обеспечение стабильности условий (температура, чистота жидкости). *Выход*: массив достоверных экспериментальных данных, пригодных для статистической обработки. *Обратная связь*: анализ сходимости повторных опытов и дрейфа показаний, корректировка схемы стенда и методики. *Критерий*: системный анализ с выделением элементов — 10 баллов.
10	Общие: чёткая структура, обоснованность выводов данными, корректное оформление рисунков/таблиц/формул, пристатейный/библиографический список по ГОСТ Р 7.0.100, указание новизны и практической значимости. Специфические (ГОСТ 7.32): обязательные разделы

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>(реферат, содержание, введение, основная часть, заключение, список источников, приложения), нумерация, оформление таблиц и формул. Специфические (издание): формат IMRaD, лимит объёма, требования к аннотации и ключевым словам, уровень индексируемости (ВАК/Scopus/WoS), процедура рецензирования. Общее: воспроизводимость и проверяемость результатов.
Критерий: структурированный анализ, не менее 4 требований — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1) Проверка конечно-элементной сетки (сходимость решения при сгущении, качество элементов в зонах концентрации). 2) Анализ граничных условий и схемы нагружения (соответствие реальной установке датчиков и приложению сил). 3) Проверка свойств материала и модели (линейная vs нелинейная, учёт контактных взаимодействий и предварительного натяга болтов). 4) Оценка погрешности натурного эксперимента (класс тензодатчиков, наклейка, температурная компенсация, поверка). 5) Корректировка модели и повторное сравнение до достижения расхождения в пределах суммарной погрешности.
Критерий: 4-5 подзадач с обоснованием — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1) Недооценка дисперсии и завышение значимости эффектов (ложноположительные выводы). 2) Искажение регрессионной модели из-за неучтённых выбросов или промахов. 3) Эффект множественных сравнений (рост вероятности ошибки I рода) без поправок (Бонферрони и др.). 4) Невоспроизводимость результатов и невозможность публикации в рецензируемом издании. 5) Принятие ошибочных конструкторских решений на основе недостоверных данных.
Критерий: 3-4 обоснованных риска — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>
<table>
<tr><th>Критерий</th><th>Натурный эксперимент</th><th>Численное моделирование</th></tr>
<tr><td>Достоверность</td><td>Высокая (реальный объект)</td><td>Зависит от адекватности модели и верификации</td></tr>
<tr><td>Стоимость и время</td><td>Высокие (стенды, образцы, датчики)</td><td>Ниже при наличии ПО и вычислительных ресурсов</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>№ вопроса</td><td>Ответы</td></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Гибкость варьирования факторов</td><td>Ограничена</td><td>Высокая (легко менять параметры и геометрию)</td></tr>
<tr><td>Возможность исследования опасных/предельных режимов</td><td>Ограничена требованиями безопасности</td><td>Не ограничена (разрушение моделируется виртуально)</td></tr>
</table>
Критерий: полная таблица — 10 баллов.
</td></tr>
<tr><td>14</td><td>1) Объём выборки (n = 3 на одном образце) статистически ничтожен и не обеспечивает репрезентативности. 2) Отсутствие оценки погрешности, доверительных интервалов и проверки гипотез. 3) Игнорирование разброса свойств материала и необходимости повторностей на разных образцах. 4) Отсутствие рецензирования, ссылок на методики и сопоставления с признанными моделями. 5) Подмена научного вывода визуальным «трендом» без статистического обоснования.
Критерий: ≥3 научно-методологически обоснованных признака — 5 баллов.</td></tr>
<tr><td>15</td><td>1) Соответствие методики объекту и цели исследования (тензометрия, вибродиагностика, МКЭ, метод акустической эмиссии). 2) Метрологическая обеспеченность (поверенные СИ, аттестованная методика, прослеживаемость). 3) Точность и разрешающая способность относительно ожидаемых величин. 4) Возможность верификации/валидации (сравнение расчёта и эксперимента). 5) Трудоемкость, стоимость и условия проведения (цех/полигон). 6) Соответствие нормативным требованиям (ФНП ПС, ГОСТ на НК).
Критерий: 4-5 критериев — 10 баллов.</td></tr>
<tr><td>16</td><td>1) Кодирование факторов и проведение опытов по матрице планирования с повторностями. 2) Расчёт коэффициентов регрессии (МНК). 3) Оценка значимости коэффициентов по критерию Стьюдента (исключение незначимых). 4) Расчёт дисперсии воспроизводимости по повторным опытам. 5) Проверка адекватности модели по критерию Фишера: $F = S^2_{\text{ад}}/S^2_{\text{воспр}}$ и сравнение с табличным значением. 6) При неадекватности — переход к плану второго порядка (например, центральный композиционный план). 7) Интерпретация модели (анализ поверхностей отклика, поиск</td></tr>
</table>

№ вопроса	Ответы
	оптимума). *Критерий*: 6-7 этапов с указанием критериев — 10 баллов.
17	НИР переходит от разовых стендовых испытаний к анализу непрерывных потоков эксплуатационных данных. Цифровой двойник позволяет верифицировать модели по реальным нагрузочным спектрам, а большие данные — выявлять скрытые корреляции между режимами работы и скоростью деградации узлов методами машинного обучения. Это расширяет предмет НИР (предиктивные модели остаточного ресурса), но требует новых компетенций: работа с массивами телеметрии, очистка данных, статистическое обучение, обеспечение качества и целостности данных. *Критерий*: 4 аспекта влияния — 10 баллов.
18	1) Выбор целевого журнала/конференции (область, индексация, требования). 2) Структурирование по IMRaD (Introduction, Methods, Results, Discussion). 3) Формулирование новизны и сопоставление с состоянием вопроса. 4) Представление методики и результатов (таблицы, графики, статистика). 5) Обсуждение ограничений и практической значимости. 6) Оформление списка литературы и аннотации/ключевых слов. 7) Внутреннее рецензирование, подача, работа с замечаниями рецензентов. *Критерий*: 6-7 шагов — 10 баллов.
19	*Вход*: тема и задание на НИР, календарный план, ресурсы (стенды, ПО, литература), требования к результатам. *Процесс*: выполнение этапов по графику (обзор, методика, эксперимент/моделирование, обработка, оформление), регулярные отчёты научному руководителю, контроль рисков и сроков. *Выход*: завершённый отчёт о НИР, статья/тезисы, доклад, сформированная компетенция ПК-4. *Обратная связь*: замечания руководителя и комиссии, результаты рецензирования статьи, используемые для доработки работы и планирования следующих исследований. *Критерий*: корректное применение терминов + пример — 10 баллов.
20	Тенденции: открытая наука (публиция данных и кода в репозиториях для воспроизводимости), использование ИИ для автоматизации обработки больших массивов, генерации гипотез и анализа литературы, применение облачных вычислений для тяжёлых CAE-расчётов. Влияние на ПК-4: повышается требование к прозрачности и воспроизводимости обработки данных, инженер осваивает

№ вопроса	Ответы
	инструменты анализа данных и машинного обучения, а представление результатов смещается к интерактивным и машиночитаемым форматам, что усиливает достоверность выводов НИР. *Критерий*: глубокий синтез тенденций — 10 баллов.

Методика оценки сформированности компетенции

Оценка сформированности компетенции проводится по 100 – бальной системе.

Схема оценивания

Уровень сформированности	Баллы	Описание
Высокий, «отлично»	90–100	Самостоятельно поставил и провёл исследование, корректно спланировал эксперимент/моделирование, выполнил полноценную статистическую обработку и верификацию, оформил отчёт по ГОСТ 7.32 и публикацию, уверенно защитил работу.
Повышенный, «хорошо»	75–89	Провёл исследование в целом корректно, обработал данные с minor-замечаниями, оформил отчёт и статью с недочётами, допускает неточности в сложных вопросах (планирование эксперимента, проверка адекватности).
Базовый, «удовлетворительно»	70–74	Выполняет исследование по шаблону, слабо применяет методы планирования эксперимента и статистической обработки, испытывает трудности при интерпретации результатов и обосновании выводов.
Неудовлетворительно	Менее 70	Не сформулировал задачу НИР, не владеет методами обработки данных, отчёт не соответствует ГОСТ 7.32, выводы не обоснованы результатами, не отвечает на вопросы защиты.

По компонентам отчётности (отдельно, 100-балльная шкала каждого)

Дневник НИР: регулярность, полнота фиксации этапов и данных, визы научного руководителя.

Отчёт о НИР: соответствие структуре ГОСТ 7.32, наличие и корректность методики, статистической обработки, верификации, обоснованность выводов, качество оформления.

Научная статья / тезисы: новизна, корректность методики и обработки, соответствие требованиям издания, качество представления результатов.

Отзыв научного руководителя: оценка по шкале (переводится в баллы).

Защита НИР: качество доклада и ответов комиссии (по комплекту заданий 3–4).

Инструкция для экзаменатора

1. Итоговая оценка по практике рассчитывается как взвешенная сумма компонентов (п. 2.1): 10 % дневник + 30 % отчёт + 20 % статья + 10 % отзыв + 30 % защита. Каждый компонент предварительно оценивается по 100-балльной шкале.
2. Задания закрытого типа (1–5) задаются при защите и/или проверяются в MOODLE как входной/выходной контроль; задания открытого типа (6–20) используются выборочно как вопросы защиты и как темы разделов отчёта о НИР. Оцениваются экспертно по критериям.
3. Обязательно проверяется наличие признаков научной добросовестности: корректный объём выборки, указание погрешностей, верификация моделей, корректное цитирование (отсутствие плагиата и фабрикации данных); при нарушении — оценка снижается вплоть до «неудовлетворительно».
4. Результаты заносятся в протокол ВСОКО и ведомость защиты с привязкой к индикаторам:
   - ПК-4.1 (Планирует и проводит НИР, эксперимент и моделирование) — задания 1, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 19 + оценка дневника НИР и раздела «Методика исследования» отчёта.
   - ПК-4.2 (Обрабатывает, анализирует, интерпретирует результаты и оформляет НИР) — задания 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20 + оценка статистической обработки, выводов отчёта, научной статьи и доклада.

Примечание: данный ФОС отражает содержание программы производственной практики (научно-исследовательская работа) (постановка задачи НИР, обзор литературы и патентный поиск, обоснование методики эксперимента и численного моделирования, планирование эксперимента, проведение исследований узлов и систем ПТСДС, статистическая обработка и интерпретация результатов, оформление отчёта о НИР по ГОСТ 7.32, подготовка научной публикации и доклада, защита НИР). В отличие от теоретических дисциплин и эксплуатационной практики, оценочные средства построены как система компонентов научной отчётности (дневник НИР, отчёт по ГОСТ 7.32, статья/тезисы, отзыв научного руководителя) и комплекта заданий для защиты, что соответствует природе НИР-практики как вида практической подготовки, ориентированного на исследовательскую деятельность. Материал направлен на проверку готовности инженера к самостоятельной постановке и проведению исследований ПТСДС, планированию эксперимента и моделирования, а также к обработке, анализу и интерпретации полученных результатов с оформлением их в виде научно-технической документации и публикации в рамках компетенции ПК-4.