



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Проектирование и эксплуатация мехатронных и робототехнических систем

направление подготовки/специальность 15.04.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Мехатронные и
робототехнические системы

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся основных и важнейших знаний и умений по проектированию мехатронных и робототехнических систем, включая совокупность средств, методов и способов создания, внедрения и обеспечения оптимального функционирования мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных и автоматических комплексов проектирования, расчета и изготовления изделий.

Задачи дисциплины:

1. Получение знаний об основных принципах и парадигмах проектирования мехатронных и робототехнических систем (МРС);
2. Получение методических основ системного проектирования многокомпонентных интегрированных мехатронных систем;
3. Получение навыков проектного расчета и обоснованного выбора составляющих элементов мехатронных модулей и систем;
4. Привитие навыков математического описания мехатронных систем, их анализа методами компьютерного моделирования для оценки качества и эффективности мехатронных систем.
5. научиться проводить анализ работы систем, выявлять узкие места и разрабатывать предложения по оптимизации.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-10 Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах	ОПК-10.1 Демонстрирует понимание требований производственной и экологической безопасности	знает - Законодательные и нормативные акты, касающиеся производственной и экологической безопасности. - Основные принципы и подходы к обеспечению безопасности на производстве умеет - Интерпретировать требования к безопасности в контексте конкретной производственной ситуации. владеет - Навыками анализа условий труда на предмет соответствия требованиям безопасности.
ОПК-10 Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах	ОПК-10.2 Проводит оценку методик контроля и формирования аналитической отчетности по производственной и экологической безопасности на рабочих местах	знает - Методики контроля за состоянием производственной и экологической безопасности. - Принципы формирования аналитической отчетности в области безопасности. умеет - Проводить оценку существующих методик контроля. - Формировать аналитические отчеты, отражающие состояние безопасности на рабочих местах. владеет - Навыками анализа данных о производственной и экологической безопасности и подготовки отчетности.

<p>ОПК-10 Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах</p>	<p>ОПК-10.3 Осуществляет разработку плана мероприятий, направленного на обеспечение требований производственной и экологической безопасности, предотвращения инцидентов, аварий, несчастных случаев</p>	<p>знает - Методы разработки планов мероприятий для повышения уровня безопасности.</p> <p>умеет - Разрабатывать комплексные планы мероприятий, направленные на улучшение производственной и экологической безопасности.</p> <p>владеет Навыками планирования, организации и контроля за выполнением мероприятий по обеспечению безопасности.</p>
<p>ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.1 Демонстрирует понимание нормативно-технической документации в решении задач проектирования и применения отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает - Требования нормативно-технической документации к проектированию мехатронных и робототехнических систем. - Стандарты и правила применения отдельных устройств и подсистем.</p> <p>умеет - Интерпретировать нормативно-техническую документацию при решении проектных задач. - Применять стандарты и правила в проектировании систем.</p> <p>владеет - Навыками анализа технических требований и стандартов для корректного применения в проектах.</p>

<p>ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.2 Подготавливает задание по разработке и (или) применению алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем или по разработке цифровых алгоритмов и программ управления робототехнической системой</p>	<p>знает - Технические спецификации для разработки цифровых алгоритмов управления.</p> <p>умеет - Формулировать задания для разработки или применения алгоритмов и программ. - Оценивать сложность задач и выбирать оптимальные методы решения.</p> <p>владеет - Навыками подготовки технических заданий, включая требования к функциональности и производительности систем.</p>
<p>ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.3 Осуществляет контроль проведения разработки и (или) применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием или разработки цифровых алгоритмов и программ управления робототехнической системой</p>	<p>знает - Процессы разработки и тестирования алгоритмов и программных продуктов. - Методы контроля качества при разработке программного обеспечения.</p> <p>умеет - Организовывать и контролировать процесс разработки, соблюдая технические требования. - Выявлять и устранять проблемы в ходе разработки программного обеспечения.</p> <p>владеет - Навыками управления проектами разработки программного обеспечения, включая планирование, мониторинг выполнения заданий и контроль качества.</p>

<p>ОПК-11 Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p>	<p>ОПК-11.4 Представляет результаты работ для технической экспертизы, выполненные в соответствии с требованиями нормативно-технической документации</p>	<p>знает - Требования к подготовке документации и отчетов по результатам разработки.</p> <p>умеет - Подготавливать полную документацию по результатам разработки, включая техническое описание, инструкции по использованию и результаты тестирования. - Эффективно презентовать результаты работы для технической экспертизы.</p> <p>владеет - Навыками подготовки и представления технической документации, соответствующей нормативным требованиям.</p>
<p>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>ОПК-12.1 Демонстрирует понимание нормативно-технической документации в решении задач монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>знает - Основные нормативно-технические документы, касающиеся монтажа, наладки и эксплуатации мехатронных систем. - Требования к безопасности и экологичности при работе с мехатронными и робототехническими системами.</p> <p>умеет - Интерпретировать и применять нормативно-техническую документацию при монтаже и наладке оборудования. - Определять соответствие выполненных работ требованиям безопасности и качества.</p> <p>владеет Навыками чтения и анализа технической документации, включая чертежи, схемы и инструкции.</p>
<p>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>ОПК-12.2 Демонстрирует понимание конструктивных особенностей, назначения и правил эксплуатации мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает - Принципы работы и конструктивные особенности мехатронных и робототехнических систем. - Правила эксплуатации и обслуживания данных систем.</p> <p>умеет</p> <p>владеет - Навыками диагностики и технического обслуживания мехатронных систем.</p>

<p>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>ОПК-12.3 Демонстрирует знание методик испытаний оборудования мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Стандартные методики испытаний мехатронных и робототехнических систем. - Параметры и характеристики, подлежащие проверке в ходе испытаний. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Планировать и проводить испытания, оценивать результаты. - Анализировать полученные данные, выявлять отклонения от нормы. <p>владеет</p> <p>Навыками работы с измерительным оборудованием и анализа результатов испытаний.</p>
<p>ОПК-12 Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>ОПК-12.4 Подготавливает задание по монтажу, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию мехатронной и робототехнической системы, ее подсистемы и (или) отдельного модуля</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методологию подготовки заданий на монтаж, наладку и сдачу в эксплуатацию. - Требования к документации проекта. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формулировать четкие и понятные задания для исполнителей. - Координировать работу команды, контролировать соблюдение сроков и качества выполнения работ. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками проектного менеджмента, включая планирование, организацию работ и коммуникацию с участниками проекта.
<p>ОПК-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня</p>	<p>ОПК-3.3 Демонстрирует понимание экологических и социальных последствий деятельности, связанной с производством и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы экологии и социальной ответственности, связанные с производством и эксплуатацией мехатронных и робототехнических систем. - Влияние мехатронных и робототехнических систем на окружающую среду и общество. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализировать экологические и социальные последствия использования мехатронных и робототехнических систем. - Разрабатывать стратегии для минимизации негативного воздействия на окружающую среду и общество. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками оценки экологической безопасности и социальной эффективности проектов в области мехатроники и робототехники.

<p>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.1 Проводит оценку действующей нормативной документации</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Существующие стандарты, нормы и правила, регулирующие производство и эксплуатацию мехатронных и робототехнических систем. - Методы анализа действующей нормативно-технической документации. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проводить критический анализ действующей нормативной документации на предмет её актуальности и соответствия современным требованиям. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками оценки и анализа нормативно-технической документации.
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.2 Формулирует актуальные задачи регулирования качества выпускаемой продукции</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы и методы обеспечения качества мехатронных и робототехнических систем. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формулировать задачи по улучшению качества продукции, опираясь на анализ текущего состояния и требования рынка. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками планирования мероприятий по повышению качества продукции.
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.3 Демонстрирует понимание алгоритма разработки методического и (или) нормативного документа</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Алгоритм разработки методических и нормативных документов. <p>умеет</p> <p>Разрабатывать проекты методических и нормативных документов, соответствующих современным требованиям и стандартам.</p> <p>владеет</p> <p>Навыками составления технической документации, учитывая требования стандартов и норм.</p>
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.4 Разрабатывает проект методического и (или) нормативного документа</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> Методы внедрения нормативной документации на производстве. <p>умеет</p> <p>Разрабатывать планы внедрения методических и нормативных документов, обеспечивая эффективное управление изменениями.</p> <p>владеет</p> <p>Навыками организации процесса внедрения нормативных документов на производство, включая обучение персонала и мониторинг эффективности внедрения.</p>

<p>ОПК-5 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.5 Разрабатывает проект плана по внедрению методического и (или) нормативного документа на производстве</p>	<p>знает Принципы управления изменениями при внедрении новых стандартов и норм.</p> <p>умеет Разрабатывать планы внедрения методических и нормативных документов, обеспечивая эффективное управление изменениями.</p> <p>владеет Навыками организации процесса внедрения нормативных документов на производство, включая обучение персонала и мониторинг эффективности внедрения.</p>
<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.1 Демонстрирует понимание актуальной нормативной документации, методов, средств и практики планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности</p>	<p>знает - Актуальную нормативную документацию, методы и практику проведения научных исследований. - Принципы планирования и организации научных работ.</p> <p>умеет - Применять современные методы исследования для решения специфических задач. - Организовывать процесс научной работы, включая подбор инструментария и методик.</p> <p>владеет - Навыками анализа научной литературы, подготовки экспериментальных работ и оформления результатов.</p>
<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.2 Осуществляет обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний</p>	<p>знает - Критерии выбора направлений для научных исследований. - Методы оценки перспективности предложенных тем.</p> <p>умеет - Аргументировано обосновывать выбор направления исследований. - Прогнозировать потенциальные результаты и практическую значимость работы.</p> <p>владеет - Навыками критического анализа существующих научных проблематик и формулирования новых задач.</p>

<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.3 Определяет перечень задач исследований в соответствии с новой научной проблематикой в профессиональной области знаний</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы определения задач исследования в соответствии с актуальными научными проблемами. - Способы структурирования комплексного научного проекта. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формулировать конкретные задачи для научного проекта. - Разрабатывать планы выполнения этих задач с учетом доступных ресурсов. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками проектного управления в научных исследованиях, включая распределение ресурсов и контроль за выполнением задач.
<p>ПК-3 Способен организовывать и выполнять работы по проектированию и конструированию мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-3.1 Собирает и систематизирует информацию об опыте решений научно-технических (ой) задач(и) в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Источники информации об опыте решения аналогичных задач. - Методы анализа и систематизации полученных данных. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Искать, анализировать и применять опыт решения схожих задач в своей работе. - Адаптировать существующие решения к новым условиям. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками критического мышления для оценки применимости известных решений к новой задаче.
<p>ПК-3 Способен организовывать и выполнять работы по проектированию и конструированию мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-3.3 Составляет проект технического задания на разработку отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - Требования к составлению технических заданий на разработку систем. - Методы описания функциональных характеристик, требований к производительности и безопасности. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формулировать четкие и полные технические задания для разработки систем. - Учитывать при этом все потребности заказчика и ограничения проекта. <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками коммуникации для уточнения требований к проекту и составления соответствующего технического задания.

ПК-3 Способен организовывать и выполнять работы по проектированию и конструированию мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.4 Осуществляет разработку или проверку эскизного, технического проекта, конструкторской документации и рабочих чертежей отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом	знает - Стандарты и правила разработки проектной и конструкторской документации. - Программное обеспечение для создания чертежей, схем и других проектных материалов. умеет - Разрабатывать или проверять эскизные, технические проекты, конструкторскую документацию. - Создавать рабочие чертежи с использованием специализированного ПО. владеет - Навыками работы с CAD/CAM/CAE системами для эффективного проектирования мехатронных и робототехнических систем.
--	---	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.10 основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 Мехатроника и робототехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Математические методы и модели в инновационной деятельности	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6
2	Методология инновационной деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.4, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3
3	Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

Для успешного освоения дисциплины, необходимы знания, умения и навыки полученные в ходе освоения следующих учебных дисциплин: "Математические методы и модели в инновационной деятельности",

"Методология инновационной деятельности", "Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем".

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Научно-исследовательская работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, УК-3.1
3	Технологическая (проектно-технологическая) практика	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, УК-2.1

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			2	3
Контактная работа	112		48	64
Лекционные занятия (Лек)	48	0	16	32
Практические занятия (Пр)	64	32	32	32
Иная контактная работа, в том числе:	3		1,5	1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	2		1	1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5		0,25	0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25	0,25
Часы на контроль	35,5		8,75	26,75
Самостоятельная работа (СР)	209,5		85,75	123,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)				
часы:	360		144	216
зачетные единицы:	10		4	6

2.1.	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	2	4		10	6			17	31	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5
3.	3 раздел. Раздел 3. Проектирование рабочих органов мехатронных машин.										

5.1.	Зачет с оценкой	2								9	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5
6.	6 раздел. Иная контактная работа										

6.1.	Иная контактная работа	2								1,25	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5
7.	7 раздел. Раздел 6. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных.										

13.1	Проектирование механической модели мехатронного устройства	3	7	8	2			14	29	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5
------	--	---	---	---	---	--	--	----	----	--

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Основные понятия проектирования мехатронных систем. Жизненный цикл изделия. Стандарты и их применение. В этой теме рассматриваются базовые концепции, связанные с проектированием мехатронных систем, включая жизненный цикл продукта от идеи до утилизации, а также важность стандартов для обеспечения качества и совместимости.
2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	Предпроектные работы при создании изделия. Разработка технико-экономических предложений. Бизнес-план. Формирование критериев качества Освещает этапы предварительного анализа проекта, включая технико-экономическое обоснование и бизнес-планирование, а также установление критериев качества продукции.
3	Проектирование рабочих органов мехатронных машин	Проектирование захватных устройств. Изучение принципов проектирования и разработки захватывающих устройств, используемых в мехатронных системах для манипуляции объектами.
4	Проектирование кинематических	Разработка и анализ кинематических моделей механизмов Освещает методы создания и анализа кинематических моделей

	моделей механизмов мехатронных машин	механизмов, что позволяет оптимизировать движение и функциональность мехатронных систем.
7	Разработка аппаратных средств сбора и представления данных.	Проектирование датчиков состояния мехатронного устройства Изучение принципов выбора и разработки датчиков для мониторинга состояния и работы мехатронных систем.
8	Проектирование управляемых источников питания	Управляемые источники питания Основы проектирования управляемых источников питания для мехатронных систем, включая выбор компонентов и схемотехнику.
9	Проектирование устройств контроля и управления	Внепроцессорные устройства контроля и управления (интерфейсы аппаратные). Драйверы аппаратные. Интерфейсы Изучение аппаратных интерфейсов и драйверов для внешних устройств контроля и управления, обеспечивающих взаимодействие различных компонентов системы.
10	Проектирование роботизированных технологических комплексов (РТК).	Проектирования РТК по исходным данным В данной теме изучается процесс разработки роботизированных технологических комплексов, начиная с формулирования задачи и заканчивая созданием автоматизированной системы управления, включая все этапы проектирования, анализа и оптимизации РТК.
13	Проектирование механической модели мехатронного устройства	Вопросы проектирования механической модели Обсуждение ключевых аспектов создания механических моделей для мехатронных устройств, включая выбор материалов, методов изготовления и испытаний.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Проектирование нетиповых комплектующих В данной теме изучается процесс разработки уникальных и специализированных компонентов для мехатронных систем, включая выбор материалов и методов изготовления.
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Подготовка графической документации с использованием САД-технологий Обучение навыкам создания и редактирования технических чертежей и документации с помощью компьютерного проектирования (САД) с применением ПО Matlab, Solid Works, Topocad, КОМПАС-3D, что является ключевым аспектом в разработке мехатронных систем.
2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	Предпроектные работы при создании изделия. Разработка технико-экономических предложений. Бизнес-план. Формирование критериев качества Освещает этапы предварительного анализа проекта, включая технико-экономическое обоснование и бизнес-планирование, а также установление критериев качества продукции.
2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	Компьютерный анализ элементов мехатронных систем. Введение в методы компьютерного моделирования и анализа компонентов мехатронных систем для оптимизации их работы и повышения надежности.
3	Проектирование рабочих органов мехатронных машин	Проектирование, расчет и моделирование рабочего органа Разработка и анализ рабочих органов мехатронных систем с использованием расчетов и компьютерного моделирования для обеспечения требуемых характеристик и функционала с

		применением ПО Matlab, Solid Works, Topocad, КОМПАС-3D.
4	Проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин	Разработка и анализ кинематических моделей механизмов Освещает методы создания и анализа кинематических моделей механизмов, что позволяет оптимизировать движение и функциональность мехатронных систем.
7	Разработка аппаратных средств сбора и представления данных.	Проектирование датчиков состояния мехатронного устройства Изучение принципов выбора и разработки датчиков для мониторинга состояния и работы мехатронных систем с применением ПО Matlab, Solid Works, Topocad, КОМПАС-3D
8	Проектирование управляемых источников питания	Управляемые источники питания Проектирование управляемых источников питания для мехатронных систем, включая выбор компонентов и схемотехнику.
9	Проектирование устройств контроля и управления	Внепроцессорные устройства контроля и управления (интерфейсы аппаратные). Драйверы аппаратные. Интерфейсы Рассматривается процесс выбора и применения преобразователей энергии для эффективного питания двигателей в мехатронных системах.
10	Проектирование роботизированных технологических комплексов (РТК).	Этапы проектирования РТК В данной теме изучается процесс разработки роботизированных технологических комплексов, начиная с формулирования задачи и заканчивая созданием автоматизированной системы управления, включая все этапы проектирования, анализа и оптимизации РТК с применением ПО Matlab, Solid Works, Topocad, КОМПАС-3D .
10	Проектирование роботизированных технологических комплексов (РТК).	Разработка автоматизированной системы управления РТК
13	Проектирование механической модели мехатронного устройства	Вопросы проектирования механической модели Обсуждение ключевых аспектов создания механических моделей для мехатронных устройств, включая выбор материалов, методов изготовления и испытаний.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Основные понятия проектирования мехатронных систем. Жизненный цикл изделия. Стандарты и их применение . Подготовка к практическим занятиям
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Проектирование нетиповых комплектующих. Подготовка к практическим занятиям
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	Подготовка графической документации с использованием САД-технологий. Изучение материалов лекции.
2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	Предпроектные работы при создании изделия. Разработка технико-экономических предложений. Бизнес-план. Формирование критериев качества Подготовка к практическим занятиям.

2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	Компьютерный анализ элементов мехатронных систем Подготовка к практическим занятиям.
3	Проектирование рабочих органов мехатронных машин	Проектирование захватных устройств. Подготовка к практическим занятиям.
3	Проектирование рабочих органов мехатронных машин	Проектирование, расчет и моделирование рабочего органа Подготовка к практическим занятиям.
4	Проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин	Разработка и анализ кинематических моделей механизмов Подготовка к практическим занятиям.
7	Разработка аппаратных средств сбора и представления данных.	Проектирование датчиков состояния мехатронного устройства Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом.
8	Проектирование управляемых источников питания	Управляемые источники питания Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом.
9	Проектирование устройств контроля и управления	Внепроцессорные устройства контроля и управления (интерфейсы аппаратные). Драйверы аппаратные. Интерфейсы Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом.
10	Проектирование роботизированных технологических комплексов (РТК).	Проектирования РТК по исходным данным Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом.
13	Проектирование механической модели мехатронного устройства	Вопросы проектирования механической модели Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности.	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	Тестирование
2	Предпроектная стадия разработки мехатронной системы.	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	Контрольное тестирование
3	Проектирование рабочих органов мехатронных машин	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	Контрольное тестирование
4	Проектирование кинематических моделей механизмов мехатронных машин	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-	Контрольное тестирование

		11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
5	Зачет с оценкой	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
6	Иная контактная работа	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
7	Разработка аппаратных средств сбора и представления данных.	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	тест, контрольная работа
8	Проектирование управляемых источников питания	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	Тест, контрольная работа
9	Проектирование устройств контроля и управления	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	Тест, контрольная работа
10	Проектирование роботизированных технологических комплексов (РТК).	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3,	Тест, контрольная работа

		ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
11	Иная контактная работа	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
12	Экзамен	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	
13	Проектирование механической модели мехатронного устройства	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5	тест, контрольная работа

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примерные контрольные задания для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-2 (см приложения).

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся
Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Проектирование технического объекта – это...? (выберите правильный ответ):

- А) создание, преобразование и представление в принятой форме образца этого, еще не существующего, объекта;
- Б) проведение расчетов средствами САД-систем;
- В) разработка G-кода для изготовления изделия на станках с ЧПУ;
- Г) подготовка цифровой модели изделия.

2. Автоматизированное проектирование – это ...

- А) процесс создания проекта в автоматическом режиме;
- Б) процесс создания проекта при помощи специализированного программно-аппаратного

комплекса;

В) проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека с ЭВМ;

Г) ни один из вышеперечисленных вариантов.

3. 2. САЕ – это ...

А) автономное проектирование технологических процессов; Б) программирование устройств ЧПУ станков;

В) инженерные расчеты с помощью ЭВМ;

Г) ни один из вышеперечисленных вариантов.

4. Принцип блочно-иерархического подхода к проектированию заключается в ... (запишите определение)

5. Основной признак международных стандартов? (выберите правильный ответ)

А) принят международной организацией;

Б) принят региональной комиссией по стандартизации;

В) принят общественной организацией;

Г) принят отдельной страной.

6. Типы Российских стандартов (ГОСТ Р)? (выберите правильные варианты)

А) Точные копии международных или региональных. Обозначаются неотличимо от “самописных” (национальных, написанных самостоятельно);

Б) копии международных или региональных с дополнениями. Обозначаются добавлением к шифру отечественного стандарта шифра международного, который был взят за основу. Например: ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207;

В) собственно, национальные стандарты. Например, ГОСТ Р 34.11-94.

Г) все вышеперечисленные.

7. Расставьте соответствие

А) ЕСКД 1. ГОСТы серии 21

Б) ЕСПД 2. ГОСТы серии 15

В) ЕСТД 3. ГОСТы серии 34

Г) КСАС 4. ГОСТы серии 19

Д) СРПП 5. ГОСТы серии 3

Е) СПДС 6. ГОСТы серии 2

8. Расставьте этапы проектирования в должном хронологическом порядке:

1 Рабочая документация

2 Эскизный проект

3 Технический проект

4 Техническое задание

5 Опытный образец

6 Промышленная серия

7 Установочная серия

10. Какие проектные процедуры включает предпроектная стадия? (запишите ответ)

11. Какие подразделы в соответствии с ГОСТ 34 содержит раздел «Требования к системе» (выберите верные ответы):

А) требования к системе в целом;

Б) требования к функциям (задачам), выполняемым системой; В) требования к видам обеспечения;

Г) требования к эксплуатации; Д) все указанные.

12. Запишите, что это за нормативный документ ОКС “33.100;35.160” (классификатор, раздел, подраздел и др.)

13. Назначение мехатронных модулей? (выберите верный вариант ответа)

А) технология, которая объединяет механику с электронными и информационными технологиями;

Б) системное сочетание естественно-научных и инженерных направлений;

В) функциональные элементы, из которых можно компоновать сложные многокоординатные системы.

14. Исполнительный орган – это....(выберите верный вариант ответа)

А) множество механических, процессорных, электронных и электротехнических компонентов, находящихся в связях друг с другом, образующих определенную целостность;

Б) мехатронный узел (устройство), состоящее из интегрированного сочетания нескольких элементов, оформленный конструктивно как самостоятельное изделие и выполняющий определенную функцию в различных мехатронных объектах;

В) функциональная часть мехатронного устройства, предназначенная для выполнения действий по сигналам от системы управления.

15. Перечислите существующие способы схватывания при силовом замыкании Ответ: поддерживание, сжатие, притягивание, прилипание

16. Гидравлический привод используется для ПР:

А) малой грузоподъемности; Б) средней грузоподъемности;

В) высокой грузоподъемности;

Г) во всем диапазоне грузоподъемности.

17. К датчикам восприятия внешней среды ПР относятся:

А) датчики прикосновения, проскальзывания, ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния;

Б) силомоментные датчики, датчики обеспечения перемещений исполнительных органов робота;

В) ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния, температурные датчики, датчики уровня;

Г) датчики скорости и положения исполнительных органов робота.

18. Расставьте соответствие

А) технического задания 1. стадия разработки конструкторской документации на изделие

Б) эскизного проекта 2. документ или несколько документов, определяющих цель, структуру, свойства и методы какого-либо проекта

В) технического проекта 3. документ или несколько документов, определяющих цель, структуру, свойства и методы какого-либо проекта, и исключающие двусмысленное толкование различными исполнителями.

Г) рабочего проекта 4. совокупность текстовых и графических документов, обеспечивающих реализацию принятых в утвержденной проектной документации технических решений

19. Какой организацией разработана методика составления ТЭО? (выберите правильный ответ)

- А) Всемирной торговой организацией;
- Б) Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию;
- В) Европейским банком реконструкции и развития; Г) Международным валютным фондом (МВФ);
- Д) Шанхайской организацией сотрудничества (ШОС)

20. Отличие бизнес-плана от технико-экономического обоснования? (запишите ответ)

- Б) применение типовых, апробированных методов синтеза; В) упрощение конструкции;
- Г) повышение коэффициента стандартизации и/или унификации изделия; Д) выявление удобных для интеграции элементов;
- Е) обеспечение технологических условий производства;
- Ж) все перечисленные.

22. Критериями качества проекта могут выступать: (выберите верные утверждения) А) технические требования;

Б) общие технические требования к данному классу изделий, определенные международными (ISO 9000), государственными и отраслевыми нормативными актами;

В) технические требования, более жесткие, чем в ТЗ, вводимые самим Разработчиком в целях повышения технического уровня изделия, отработки новых идей, ноу-хау, патентов и

т. п., формирования научно-технического задела Разработчика, удовлетворения требований рынка, повышения конкурентоспособности изделия;

Г) экспертные оценки проекта;

Д) все перечисленные.

23. Качество проектной документации оценивают: (выберите верные утверждения)

А) системой стандартов (государственных, стандартов предприятий и международных); Б) системой безопасности;

В) техническим заданием;

Д) всем перечисленным выше.

24. Назначение направляющих в мехатронных системах? (запишите ответ)

25. Какие требования предъявляются к направляющим? (выберите верные утверждения)

А) обеспечение плавности перемещения Б) незначительность силы трения

В) большой ресурс работы Г) износостойкость

Д) способность к перемещению при резких перепадах температуры

26. Какие типы направляющих существуют? (выберите верные утверждения) А) трения качения

Б) трения скольжения

В) трения перемещения

Г) все перечисленные

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. По представленной электрической схеме опишите функции драйверов аппаратных;

2. Реализовать защиту от перегрузки по току нагрузки и защита от КЗ

3. Реализовать защиту от линейного режима в импульсных схемах

4. Реализовать защиту от падения напряжения питания

5. Реализовать защиту от сквозных токов в стойках мостовых схем

6. Реализация тепловой защиты

7. Предложить способ гальванической развязки

8. По предложенным исходным данным произвести расчет и выбор оптопары;

9. Произвести оценку погрешности ЦАП

10. Микросхемы драйверов

11. Параметры выбора марки микросхемы драйвера
12. Алгоритм расчет параметров выбора АЦП.
13. Вычислить погрешность параллельного порта

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

1. Система управления робототехнического летающего комплекса с управляемыми машущими движениями крыльев.
2. Система управления моторизированным пассивным экзоскелетом нижних конечностей.
3. Система управления реабилитационным экзоскелетом плечевого сустава.
4. Система автоматического управления роботом, перемещающимся с отрывом от поверхности.
5. Система управления приводами голеностопного узла экзоскелета.
6. Система управления электрическим инвалидным креслом с механизмом подъема по лестнице.
7. Система управления вязально-трикотажной машины с индивидуальным приводом игл.
8. Система управления пятизвенным летающим роботом с синхронными машущими крыльями.
9. Система автоматического управления робототехническим летательным аппаратом с тремя несущими винтами.
10. Система управления поворотным промышленным роботоманипулятором.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой, экзамена.

Зачет ставится по результатам контрольных работ тестов, проводимых в течение семестра.

Экзамен проводится в форме собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Рязанов С. И., Псигин Ю. В., Веткасов Н. И., Автоматизация производственных процессов в машиностроении (робототехника, робототехнические комплексы), Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2018	http://www.iprbookshop.ru/106083.html
2	Подураев Ю. В., Мехатроника: основы, методы, применение, Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019	http://www.iprbookshop.ru/86501.html
3	Герман-Галкин С. Г., Карташов Б. А., Литвинов С. Н., Модельное проектирование мехатронных модулей SimInTech, Москва: ДМК Пресс, 2021	https://e.lanbook.com/book/190723
4	Лукинов А. П., Проектирование мехатронных и робототехнических устройств, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/210764
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Соболевский А. С., Шарипова Э. Ф., Образовательная робототехника, Челябинск: Челябинский государственный педагогический университет, 2014	http://www.iprbookshop.ru/31915.html
<u>Учебно-методическая литература</u>		
1	Грязин Д. Г., Методические указания по преддипломной практике и дипломному проектированию для студентов направления 220400 – Мехатроника и робототехника, Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2007	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=43635
2	Корягин А. В., Смольянинова Н. М., Образовательная робототехника (Lego WeDo). Сборник методических рекомендаций и практикумов, Москва: ДМК Пресс, 2016	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=82803

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Архив препринтов по физике, математике, компьютерным наукам, статистике, биологии, финансам.	www.arxiv.org

Журналы издательства Sage. В настоящее время доступны статьи из 320 журналов по 36 предметным рубрикам: гуманитарные и общественные науки, информатика, инженерные дисциплины, экономика, здоровье и образование.	www.sagepublications.com
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	https://www.spbgasu.ru/upload/iblock/d39/3msoinfs6e2v3x4ufw2pry17v0fq3s10/%D0%A1%D0%9F%D0%98%D0%A1%D0%9E%D0%9A%20%D0%92%D0%92%D0%95%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AB%D0%A5%20%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%9D%D0%A6%D0%98%D0%99%20%D0%92%20%D0%A0%D0%98%D0%9D%D0%A6%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82_26_01_24%20(2).pdf
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/periodicheskie-izdaniya/?clear_cache=Y

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Matlab версия R2019a	Договор №ДЗ1908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Solid Works версия 2019	Договор №Tr000660287 от 27.09.2021 г. с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия до 30.11.2024
Торосад версия 17	Анкета Торосад для обновления программы б/н от 04.2016. Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D АРМ FEM	Сублицензионный договор №АСЗ-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АСЗ-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D KompasFlow	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ,
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин	Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин 1.1) оборудование (117-К): а) 3D принтер Tiertime X5 на металлическом верстаке б) 3D принтер Tiertime UP300 на металлическом верстаке в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт. д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт. г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт. д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» -2 шт. е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт. ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП) 2.2) оборудование (118-К) а) компьютерный класс моделирования на ПК б) металлические шкафы и стеллаж для хранения
32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1023).

Программу составил:
ст. преподаватель НТТМ, Коломеец А. А.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой Куракина Елена Владимировна

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для решения кейс-задач

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

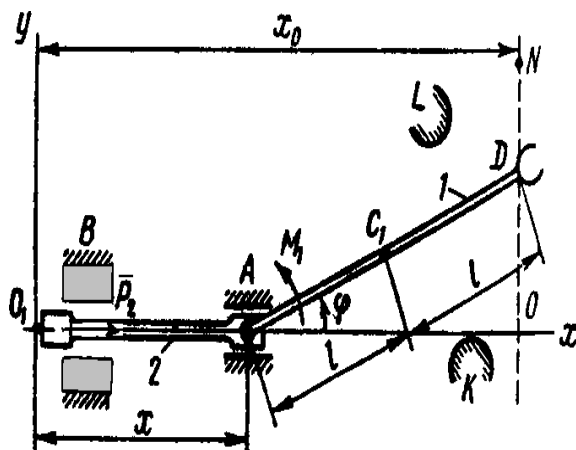
Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения кейс-задач.

Образец типового варианта кейс-задачи «Тема 16. Этапы проектирования РТК (ПЗ)»

Дан манипулятор, состоящий из звеньев 1, 2 и захвата **D**, приводится в движение приводами А и В. Захват **D** перемещается вдоль прямой ON. Со стороны привода А к звену 1 прикладывается либо управляющий момент M_A . Привод В воздействует на звено 2 управляющим усилием P_B .

Перемещение звена 1 манипулятора ограничено препятствиями **K** и **L**, поэтому изменение угла поворота $\varphi = \varphi(t)$ этого звена возможно лишь в интервале $[\varphi(0), \varphi(\tau)]$, где τ — время движения звена. Технические условия работы манипулятора требуют, чтобы указанное звено сошло со связи **K** при $t = 0$ и «мягко» коснулось препятствия **L** при $t = \tau$, т. е. так, чтобы были удовлетворены условия

$$\frac{d}{dt} \varphi(t) \Big|_{t=0, t=\tau} = 0 ; \quad \frac{d^2}{dt^2} \varphi(t) \Big|_{t=0, t=\tau} = 0 .$$



Программные движения звена 1, удовлетворяющие требованиям «мягкого» касания, приняты в таком виде:

$$1) \varphi(t) = \varphi(0) + [\varphi(\tau) - \varphi(0)] (10 - 15t/\tau + 6t^2/\tau^2) ;$$

По предложенным исходным данным разработать вариант технического задания (ТЗ) на проектирование РТК.

Образец типового варианта кейс-задачи «Тема 17. Разработка автоматизированной системы управления РТК »

Для ранее рассмотренного двухзвенного манипулятора предложить алгоритм и вариант реализации автоматизированной системы управления

3.2 Типовые контрольные задания для решения ситуационной задачи

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения ситуационных задач.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Тема 4. Предпроектные работы при создании изделия. Разработка технико-экономических предложений. Бизнес-план. Формирование критериев качества»

Дано: автономный мобильный робот с функцией автономной навигации.
Сформировать и оформить в виде таблицы критерии качества к роботу

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Тема 9. Вопросы проектирования механической модели»

Исходные данные: принятое множество кинематических моделей и ОПР по ним; данные о требуемых законах движения ВМЗ, требования к законам движения; данные о внешних нагрузках механизма и требования по нагрузочной способности; данные о всех внешних воздействиях на механизм и требования по работоспособности механизма в условиях внешних воздействий; требования нормативной документации к механизмам данного служебного назначения.

Необходимо произвести:

1. Анализ исходных данных, требований ТЗ и результатов предыдущих этапов проектирования с учетом новых знаний и данных по изделиям — аналогам или близким к проектируемому;
2. Формирование множества критериев качества механической модели;
3. Разработку недостающих исходных данных для проектирования;
4. Проектирование сопряжения с ВМЗ рабочего органа;
5. Разработку конструкции выходного звена механизма;
6. Разработку приводных модулей механизма;
7. Моделирование динамики механизма;
8. Уточнение и оптимизация геометрических параметров деталей, их материала, выбора типовых комплектующих.

3.3 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Тема 10. Проектирование датчиков состояния мехатронного устройства (Л, ПЗ)»

1. Произвести проектный расчет датчика конечного положения (ДКП) на элементе Холла.

ДКП на элементе Холла представляет микросхему (МС) элемента Холла, закрепленную на неподвижном основании и постоянный магнит, размещенный на подвижной каретке. При сближении каретки с основанием до зазора Х01 МС формирует сигнал логической "1" под воздействием магнитного поля. При обратном ходе, при удалении каретки от основания до зазора Х00 сигнал снимается.

В рамках данной задачи требуется выбрать марку МС элемента Холла и магнита.

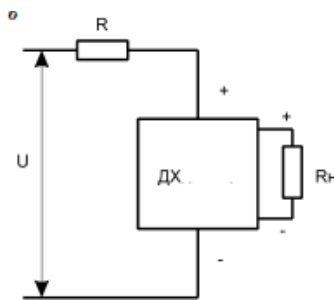


Схема включения

2. Произвести проектный расчет датчика конечного положения с открытым оптическим каналом

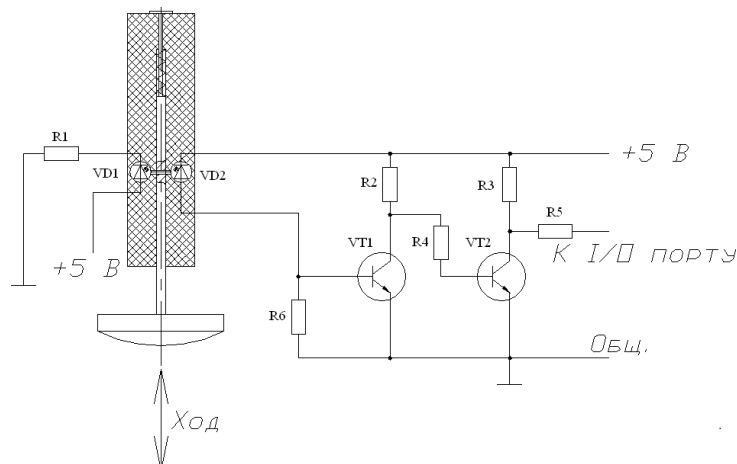


Схема датчика с открытым оптическим каналом

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Тема 13. Выбор преобразователей для питания электрогидравлических и
электропневматических двигателей (ПЗ)»

Исходные данные: формула ЭПР; тип управления; параметры управления; расход Q , м³/с (л/мин); давление на выходе p_2 , МПа; список параметров многокритериального отбора марок ЭПР; база данных (БД) альтернативного выбора ЭПР; допустимые ОТП.

Выбрать преобразователь по данному алгоритму:

1. Выбрать подходящие марки ЭПР по формуле ЭПР и другим параметрам выбора.

Составить «Список А».

2. Для каждого варианта выбора из «Списка А» по P/Q -диаграмме найти p_1 , как точку пересечения p_2 и Q .

3. Если режим закритический ($p_1 > 1,89p_2 + 0,09$), то исключить марку из «Списка А».

4. Выбрать оптимальные варианты ЭПР, применив табличную многокритериальную оптимизацию.