


Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

  
(подпись, расшифровка подписи)

С.В. Нотова

"26" мая 2023 г.



**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления подготовки)

Мехатроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2021

1875605, 1875606

## 1 Общие положения

Целью государственной итоговой аттестации является установление соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы, разработанной в Оренбургском государственном университете соответствующим требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и оценки уровня подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
<b>универсальными компетенциями (УК):</b>			
<b>УК-1</b>	<b>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>		+
	УК-1-В-1 Применяет философские основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа, для решения поставленных задач		+
	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников		+
	УК-1-В-3 Понимает основные закономерности и главные особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте		+
	УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач		+
	УК-1-В-5 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата		+
	УК-1-В-6 Формулирует собственную гражданскую и мировоззренческую позицию с опорой на системный анализ философских взглядов и исторических закономерностей, процессов, явлений и событий		+
<b>УК-2</b>	<b>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>		+
	УК-2-В-1 Понимает классическую структуру проекта с учетом оптимизации ресурсного обеспечения, способы представления проекта		+
	УК-2-В-2 Формулирует цели и задачи проекта, структурирует этапы процесса организации проектной деятельности		+
	УК-2-В-3 Применяет элементы анализа, планирования и оценки рисков для выбора оптимальной стратегии развития и обоснования устойчивости проекта		+
	УК-2-В-4 В рамках цели проекта опирается на правовые нормы основных отраслей российского законодательства при постановке целей и выборе оптимальных способов их достижения; обладает навыками использования нормативно-правовых ресурсов в разработке и реализации проектов		+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
<b>УК-3</b>	<b>Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</b>		+
	УК-3-В-1 Понимает эффективность использования стратегии командного сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде		+
	УК-3-В-2 Генерирует идею, выбирает направление развития ее в проекте с учетом видовых характеристик и осуществляет социальное взаимодействие посредством распределения проектных ролей в команде		+
<b>УК-4</b>	<b>Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</b>		+
	УК-4-В-1 Выбирает на государственном и иностранном (-ых) языках коммуникативно приемлемый стиль делового общения, вербальные и невербальные средства взаимодействия с партнерами		+
	УК-4-В-2 Ведет деловую коммуникацию в письменной и электронной форме, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурные различия в формате корреспонденции на государственном и иностранном (-ых) языках		+
<b>УК-5</b>	<b>Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах</b>		+
	УК-5-В-1 Находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп		+
	УК-5-В-2 Демонстрирует уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира, включая мировые религии, философские и этические учения		+
	УК-5-В-3 Конструктивно взаимодействует с людьми различных категорий с учетом их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач и социальной интеграции		+
<b>УК-6</b>	<b>Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</b>		+
	УК-6-В-1 Понимает важность планирования целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда		+
	УК-6-В-2 Реализует намеченные цели с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда		+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	УК-6-В-3 Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков		+
	УК-6-В-4 Критически оценивает эффективность использования времени при решении поставленных задач		+
<b>УК-7</b>	<b>Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</b>		+
	УК-7-В-1 Соблюдает нормы здорового образа жизни, используя основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий на всех жизненных этапах развития личности		+
	УК-7-В-2 Выбирает рациональные способы и приемы профилактики профессиональных заболеваний, психофизического и нервноэмоционального утомления на рабочем месте		+
<b>УК-8</b>	<b>Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</b>		+
	УК-8-В-1 Формирует культуру безопасного и ответственного поведения в повседневной жизни и профессиональной деятельности, обеспечивая безопасные и/или комфортные условия жизнедеятельности, труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты		+
	УК-8-В-2 Использует приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов		+
	УК-8-В-3 Идентифицирует угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека и природной среды		+
	УК-8-В-4 В случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов применяет методы защиты жизнедеятельности человека, принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях		+
<b>УК-9</b>	<b>Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах</b>		+
	УК-9-В-1 Понимает особенности развития человека с ограниченными возможностями здоровья		+
	УК-9-В-2 Демонстрирует готовность применять базовые дефектологические знания, принципы, методы в социальной и профессиональной сферах		+
<b>УК-10</b>	<b>Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</b>		+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	УК-10-В-1 Выявляет и обосновывает сущность, закономерности экономических процессов, осознает их природу и связь с другими процессами; понимает содержание и логику поведения экономических субъектов; использует полученные знания для формирования собственной оценки социально-экономических проблем и принятия аргументированных экономических решений в различных сферах жизнедеятельности		+
	УК-10-В-2 Взвешенно осуществляет выбор оптимального способа решения финансово-экономической задачи, с учетом интересов экономических субъектов, ресурсных ограничений, внешних и внутренних факторов		+
	УК-10-В-3 Понимает последствия принимаемых финансово-экономических решений в условиях сформировавшейся экономической культуры; способен, опираясь на принципы и методы экономического анализа, критически оценить свой выбор с учетом области жизнедеятельности		+
<b>УК-11</b>	<b>Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности</b>		+
	УК-11-В-1 Понимает сущность экстремизма, терроризма, коррупции и осознает их негативные последствия в социальных, экономических и других процессах общества		+
	УК-11-В-2 Соблюдает нормы права и морали, применяет правовые нормы и предусмотренные законом меры по противодействию коррупционному поведению и нейтрализации коррупционных проявлений		+
	УК-11-В-3 Идентифицирует угрозы и проявления экстремизма, терроризма, способен противодействовать им в профессиональной деятельности		+
<b>общепрофессиональными компетенциями (ОПК):</b>			
<b>ОПК-1</b>	<b>Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>	+	+
	ОПК-1-В-1 Знает основные естественнонаучные закономерности в профессиональной сфере	+	+
	ОПК-1-В-2 Формулирует задачу профессиональной сферы на формальном языке естественнонаучных и инженерных знаний	+	+
	ОПК-1-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
<b>ОПК-2</b>	<b>Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности</b>	+	+
	ОПК-2-В-1 Определяет связь задач профессиональной деятельности с современными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации	+	+
	ОПК-2-В-2 Анализирует методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации для решения задач профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-2-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием методов и средств получения, хранения и переработки информации	+	+
<b>ОПК-3</b>	<b>Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня</b>	+	+
	ОПК-3-В-1 Анализирует статьи затрат на обеспечение профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-3-В-2 Рассчитывает затраты на обеспечение профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-3-В-3 Разрабатывает рекомендации по оптимизации затрат на обеспечение профессиональной деятельности	+	+
<b>ОПК-4</b>	<b>Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</b>	+	+
	ОПК-4-В-1 Формулирует и формализует задачи профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-4-В-2 Изучает современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-4-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий	+	+
<b>ОПК-5</b>	<b>Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил</b>	+	+
	ОПК-5-В-1 Анализирует содержание существующих стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью	+	+
	ОПК-5-В-2 Формулирует требования к выпускаемой продукции в соответствии с существующими стандартами, нормами и правилами	+	+
	ОПК-5-В-3 Применяет в профессиональной деятельности стандарты, нормы и правила	+	+
<b>ОПК-6</b>	<b>Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</b>	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ОПК-6-В-1 Формализует стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационной и библиографической культуры	+	+
	ОПК-6-В-2 Получает представление и знания о современных информационно-коммуникационных технологиях, применяемых в профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-6-В-3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	+	+
<b>ОПК-7</b>	<b>Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении</b>	+	+
	ОПК-7-В-1 Формулирует методологические основы сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	+	+
	ОПК-7-В-2 Анализирует современные экологичные и безопасные методы использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	+	+
	ОПК-7-В-3 Формулирует современные экологичные и безопасные методы использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	+	+
<b>ОПК-8</b>	<b>Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений</b>	+	+
	ОПК-8-В-1 Анализирует статьи затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	+	+
	ОПК-8-В-2 Рассчитывает затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	+	+
	ОПК-8-В-3 Разрабатывает рекомендации по оптимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	+	+
<b>ОПК-9</b>	<b>Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</b>	+	+
	ОПК-9-В-1 Изучает принципы и реализуемые физические методы работы, устройство и технические параметры технологического оборудования	+	+
	ОПК-9-В-2 Анализирует техническую документацию, сопровождающую технологическое оборудование	+	+
	ОПК-9-В-3 Разрабатывает методики эксплуатации технологического оборудования	+	+
<b>ОПК-10</b>	<b>Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах</b>	+	+
	ОПК-10-В-1 Анализирует факторы производственной и экологической безопасности машиностроительного предприятия	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ОПК-10-В-2 Формулирует нормативные требования к производственной и экологической безопасности машиностроительного предприятия	+	+
	ОПК-10-В-3 Разрабатывает мероприятия по обеспечению производственной и экологической безопасности машиностроительного предприятия	+	+
<b>ОПК-11</b>	<b>Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы 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</b>	+	+
	ОПК-11-В-1 Анализирует алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	+	+
	ОПК-11-В-2 Анализирует применимость стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники к выполнению расчетов и проектированию отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	+	+
	ОПК-11-В-3 Разрабатывает цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	+	+
	ОПК-11-В-4 Проектирует отдельные устройства и подсистемы мехатронных и робототехнических систем	+	+
<b>ОПК-12</b>	<b>Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</b>	+	+
	ОПК-12-В-1 Формулирует требования к монтажу опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	+	+
	ОПК-12-В-2 Формулирует основные действия, связанные с наладкой опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	+	+
	ОПК-12-В-3 Формулирует основные действия настройки опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	+	+
	ОПК-12-В-4 Формулирует требования к эксплуатации опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	+	+
<b>ОПК-13</b>	<b>Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности</b>	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ОПК-13-В-1 Формулирует методологические основы качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-13-В-2 Анализирует методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-13-В-3 Формулирует методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	+	+
<b>ОПК-14</b>	<b>Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	+	+
	ОПК-14-В-1 Формулирует принципы разработки алгоритмов и компьютерных программ в профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-14-В-2 Разрабатывает алгоритмы для практического применения в профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-14-В-3 Разрабатывает компьютерные программы для практического применения в профессиональной деятельности	+	+
<b>профессиональными компетенциями (ПК):</b>			
<b>ПК*-1</b>	<b>Способен к анализу, выбору, проектированию и внедрению средств автоматизации и механизации технологических процессов машиностроительного производства</b>	+	+
	ПК*-1-В-1 Разрабатывает и формулирует предложения по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	+	+
	ПК*-1-В-2 Выявляет наиболее трудоемкие приемы и знает принципы выбора средств автоматизации и механизации при выполнении технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций	+	+
	ПК*-1-В-3 Составляет технические задания на разработку средств автоматизации и механизации технологических процессов	+	+
	ПК*-1-В-4 Назначает требования к средствам автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций	+	+
<b>ПК*-2</b>	<b>Способен к проведению работ по анализу и проектированию гибких производственных систем в машиностроении</b>	+	+
	ПК*-2-В-1 Выбирает оптимальные программные среды для управления гибкими производственными системами	+	+
	ПК*-2-В-2 Разрабатывает инструкции по программному обслуживанию гибких производственных систем	+	+
	ПК*-2-В-3 Демонстрирует знания принципов работы, особенностей компоновочных решений и технических характеристик модулей гибких производственных систем	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ПК*-2-В-4 Использует прикладные пакеты программ для управления гибкими производственными системами	+	+
	ПК*-2-В-5 Использует специализированные программные продукты для эмуляции процесса работы гибких производственных систем	+	+
	ПК*-2-В-6 Анализирует влияние технологических особенностей изготовления на технические характеристики узлов элементов гибких производственных систем	+	+
	ПК*-2-В-7 Разрабатывает конструкции узлов элементов гибких производственных систем с учетом технологии изготовления и сборки узлов	+	+
<b>ПК*-3</b>	<b>Способен к автоматизированной разработке управляющих программ для станков с числовым программным управлением</b>	+	+
	ПК*-3-В-1 Разрабатывает и редактирует с применением САД-систем электронные модели элементов технологической системы, необходимые для разработки управляющих программ обработки заготовок на станках с числовым программным управлением	+	+
	ПК*-3-В-2 Применяет САМ-системы для составления управляющих программ обработки заготовок на станках с числовым программным управлением	+	+
	ПК*-3-В-3 Выполняет отладку с применением САМ-систем управляющих программ для сложных операций обработки заготовок на станках с числовым программным управлением	+	+
<b>ПК*-4</b>	<b>Способен к обеспечению технологичности, выбору заготовок и разработке технологических процессов изготовления деталей автоматизированного машиностроительного производства</b>	+	+
	ПК*-4-В-1 Анализирует технологичность конструкций деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-2 Разрабатывает предложения по изменению конструкций деталей автоматизированного машиностроительного производства с целью повышения их технологичности	+	+
	ПК*-4-В-3 Определяет тип производства и выбирает способы изготовления заготовок деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-4 Анализирует технические требования, предъявляемые к деталям автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-5 Выбирает схемы базирования и закрепления заготовок деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ПК*-4-В-6 Выбирает технологическое оборудование, инструмент и приспособления, необходимые для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-7 Рассчитывает технологические режимы технологических операций изготовления деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-8 Рассчитывает силы резания при обработке заготовок деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
	ПК*-4-В-9 Разрабатывает технологические операции изготовления деталей автоматизированного машиностроительного производства	+	+
<b>ПК*-5</b>	<b>Способен к конструированию типовых сложных и нетиповых цельных металлорежущих лезвийных инструментов</b>	+	+
	ПК*-5-В-1 Формирует исходные данные, необходимые для конструирования типовых сложных и нетиповых цельных металлорежущих лезвийных инструментов	+	+
	ПК*-5-В-2 Выполняет проверочные расчеты типовых сложных и нетиповых цельных металлорежущих лезвийных инструментов	+	+
	ПК*-5-В-3 Выполняет рабочие чертежи типовых сложных и нетиповых цельных металлорежущих лезвийных инструментов	+	+
<b>ПК*-6</b>	<b>Способен к проектированию станочных приспособления для автоматизированного машиностроительного производства</b>	+	+
	ПК*-6-В-1 Анализирует технологические операции, для которых проектируется станочное приспособление	+	+
	ПК*-6-В-2 Разрабатывает компоновки станочных приспособлений	+	+
	ПК*-6-В-3 Рассчитывает силы закрепления заготовки в станочном приспособлении	+	+
	ПК*-6-В-4 Проектирует установочные, зажимные и направляющие элементы станочных приспособлений с механизированным приводом	+	+
	ПК*-6-В-5 Рассчитывает точность станочных приспособлений	+	+
	ПК*-6-В-6 Проектирует корпуса станочных приспособлений с использованием САД-систем	+	+
	ПК*-6-В-7 Оформляет комплект конструкторской документации на простые станочные приспособления с использованием информационных технологий	+	+
<b>ПК*-7</b>	<b>Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований мехатронных систем</b>	+	+

Код	Наименование компетенции/индикаторы	Вид государственного испытания, в ходе которого проверяется сформированность компетенции	
		государственный экзамен	защита ВКР
	ПК*-7-В-1 Анализирует передовой отечественный и международный опыт проектирования и эксплуатации мехатронных систем	+	+
	ПК*-7-В-2 Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по проектированию и эксплуатации мехатронных систем	+	+
	ПК*-7-В-3 Осваивает современные методы проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и обработки информации в области проектирования и эксплуатации мехатронных систем	+	+
<b>ПК*-8</b>	<b>Способен к выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации мехатронных систем</b>	+	+
	ПК*-8-В-1 Анализирует методы и средства планирования и организации экспериментальных исследований	+	+
	ПК*-8-В-2 Проводит экспериментальные исследования на макетах, стендах или промышленном мехатронном оборудовании	+	+
	ПК*-8-В-3 Составляет описание проводимых экспериментальных исследований на макетах, стендах или промышленном мехатронном оборудовании	+	+
	ПК*-8-В-4 Формирует отчеты по результатам проводимых экспериментальных исследований на макетах, стендах или промышленном мехатронном оборудовании	+	+
<b>ПК*-9</b>	<b>Способен к построению математических моделей мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей</b>	+	+
	ПК*-9-В-1 Анализирует методы математического моделирования, применяемого к проектированию и эксплуатации мехатронных систем	+	+
	ПК*-9-В-2 Использует методы математического моделирования для разработки математических моделей при решении типовых задач в мехатронных системах	+	+
	ПК*-9-В-3 Использует современные автоматизированные системы моделирования для решения типовых задач в мехатронных системах	+	+

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц (324 академических часа).

## 2 Структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника включает:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
- выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

#### **«Б1.Д.Б.4 Безопасность жизнедеятельности»**

*соответствующие компетенции: ОПК-10*

Понятия «опасность», «безопасность». Виды опасностей: природные, антропогенные, техногенные, глобальные Системы безопасности. Вред, ущерб, риск – виды и характеристики. Чрезвычайные ситуации – понятие, основные виды. Причины проявления опасности. Аксиомы безопасности жизнедеятельности. Место и роль безопасности в предметной области и профессиональной деятельности. Понятие техносферы. Структура техносферы и ее основных компонентов. Критерии и параметры безопасности техносферы. Виды и источники основных опасностей техносферы и ее отдельных компонентов. Классификация негативных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения. Вредные и опасные негативные факторы. Предельно-допустимые уровни опасных и вредных факторов – основные виды и причины установления. Параметры, характеристики основных вредных и опасных факторов среды обитания человека и основных компонентов техносферы. Воздействие основных негативных факторов на человека и их предельно-допустимые уровни. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения. Основные принципы защиты от опасностей. Системы и методы защиты человека и окружающей среды от основных видов опасного и вредного воздействия природного, антропогенного и техногенного происхождения. Методы контроля и мониторинга опасных и негативных факторов. Методы определения зон действия негативных факторов и их уровней.

Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации. Поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Характеристика поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций природного характера. Методы прогнозирования и оценки обстановки при чрезвычайных ситуациях. Принципы и способы повышения устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях.

#### **«Б1.Д.Б.12 Информатика»**

*соответствующие компетенции: ОПК-2, 6*

Введение в алгоритмический язык Паскаль. Введение. История возникновения алгоритмического языка Паскаль. Алфавит, синтаксис, семантика. Понятие типа в алгоритмическом языке. Типы скалярных данных. Структура простейшей Паскаль-программы.

Инструментарий технологии программирования. Назначение интегрированной оболочки Pascal ABC. Принципы взаимодействия с системой: принцип полиэкрана, принцип непосредственного взаимодействия, принцип меню. Интерфейс интегрированной оболочки и реализуемые им функции. Этапы обработки программы на компьютере, их прохождение в среде Pascal ABC.

Алгоритмизация задач. Алгоритм и его свойства, способы задания алгоритма. Стандарты ЕСПД. Построение базовых конструкций схем алгоритмов: линейной, разветвляющейся, циклической. Понятие массива индексированных переменных, алгоритмы их обработки.

Программирование линейных и разветвляющихся алгоритмов. Операторы языка. Оператор присваивания. Ввод - вывод в языке Паскаль, программирование алгоритмов линейной структуры. Организация разветвлений в Паскале: оператор перехода; условный оператор, его полная и краткая форма; оператор выбора. Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры.

Циклы в алгоритмическом языке Паскаль. Программирование циклических алгоритмов с использованием операторов цикла с параметром, с предусловием, с постусловием. Вложенные циклы. Итерационные циклы. Примеры построения схем алгоритмов и программ использования циклов.

Типы данных алгоритмического языка Паскаль. Классификация типов данных. Способы описания массивов индексированных переменных различной размерности. Примеры алгоритмов и программ обработки массивов индексированных переменных на алгоритмическом языке Паскаль. Программирование с использованием нестандартных порядковых и вещественных типов данных. Типы, определяемые пользователем. Перечисляемый и ограниченный тип. Диапазон представления данных целого и вещественного типов, понятие арифметики с плавающей точкой. Совместимость типов. Примеры алгоритмов и программ с использованием нестандартных типов данных.

Строковый тип данных. Процедуры и функции работы с данными строкового типа. Операции над строками. Множественный тип данных. Примеры алгоритмов и программ обработки данных строкового и множественного типа данных.

Структурированные типы данных. Структура объявления типа записи. Доступ к полям записи. Вложенные записи. Оператор присоединения. Записи с вариантными полями. Примеры программ обработки массивов записей.

Программирование с использованием функций и процедур. Понятие процедурно-ориентированного программирования. Описание функций и процедур в алгоритмическом языке Паскаль. Формальные и фактические параметры. Обращение к функции и процедуре. Локальные и глобальные переменные. Область действия имен. Процедуры без параметров. Рекурсия и опережающее описание. Примеры использования функций и процедур в алгоритмическом языке Паскаль.

Работа с файлами в алгоритмическом языке Паскаль. Файлы в алгоритмическом языке Паскаль. Файловая переменная. Описание типизированных, текстовых, нетипизированных файлов. Логические устройства. Процедуры и функции для работы с файлами. Примеры программ обработки файлов.

Модули в алгоритмическом языке Паскаль. Структура модулей, его заголовок, связь модулей друг с другом. Интерфейсная, исполняемая, иницирующая часть модуля. Компиляция модулей. Доступ к объявленным в модуле объектам. Стандартные модули.

### **«Б1.Д.Б.16 Материаловедение»**

*соответствующие компетенции (для выбора основных дисциплин): ОПК-7*

Введение, основные понятия. Пластическая деформация и рекристаллизация.

Предмет материаловедения. Основы кристаллографии. Механические свойства материалов и методы их определения. Строение металлов и сплавов. Характерные свойства металлов. Атомно-кристаллическая структура металлов. Механизмы упругой и пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов.

Теория сплавов. Строение сплавов. Диаграмма состояния двойных сплавов. Связь диаграммы состояний со свойствами металлов.

Железо и его сплавы, стали и чугуны. Диаграмма состояния железо-цементит. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей. Свойства, маркировка и применение чугунов.

Термическая и химико-термическая обработка стали.

Технология термической обработки стали. Закалка стали. Отпуск стали, Новые виды термической обработки. Физические основы химико-термической обработки. Назначение и виды цементации. Азотирование стали. Цианирование стали. Диффузионная металлизация. Внедрение достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия.

### **«Б1.Д.Б.18 Детали машин мехатронных систем»**

*соответствующие компетенции: ОПК-1*

Классификация мехатронных модулей; основы проектирования модулей, стадии разработки; требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие на них факторы.

Преобразователи движения зубчатые, червячные, планетарные, волновые, рычажные, фрикционные, ременные, винт-гайка. Расчеты передач на прочность и жесткость.

Валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость.

Валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость; подшипники качения и скольжения, выбор и расчеты на прочность; уплотнительные устройства

Назначение, классификация и условия работы, виды повреждений, критерии работоспособности и расчета

Классификация соединений: разъемные и неразъемные.

Неразъемные соединения: заклепочные, сварные, паяные, клеевые. Конструкция и расчеты неразъемных соединений на прочность.

Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, зубчатые, штифтовые, клеммовые, с натягом, профильные. Конструкция и расчеты разъемных соединений на прочность.

**«Б1.Д.Б.20 Основные нормы взаимозаменяемости в машиностроении»**  
соответствующие компетенции: ОПК-5, 13

Основные сведения о взаимозаменяемости, стандартизации и технических измерениях. Общие понятия основных норм взаимозаменяемости: точность, погрешность изготовления. Виды погрешностей обработки. Причины появления погрешностей геометрических параметров элементов деталей. Виды взаимозаменяемости.

Единая система допусков и посадок. Основные понятия и терминология. Условные обозначения предельных отклонений и посадок ГЦС на чертежах.

Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий. Отклонения и допуски формы поверхностей. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Виды допусков формы, условные обозначения. Виды допусков расположения поверхностей, условные обозначения. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей, их виды и условные обозначения. Нанесение условных знаков допусков формы и расположения поверхностей на чертежах.

Шероховатость и ее влияние на качество поверхности. Параметры для нормирования шероховатости поверхности. Выбор параметров шероховатости и их числовых значений. Обозначения шероховатости поверхностей.

Понятие волнистости поверхности. Параметры волнистости и ее контроль.

Соединения шпоночные. Посадки шпоночных соединений. Условные обозначения шпонок и нанесение размеров на чертежах. Соединения шлицевые. Прямобоочные шлицевые соединения. Посадки прямобоочных шлицевых соединений. Эвольвентные шлицевые соединения. Посадки эвольвентных шлицевых соединений. Условные обозначения шлицевых соединений.

Взаимозаменяемость подшипников качения. Классификация и маркировка подшипников качения. Классы точности подшипников качения. Посадки подшипников качения. Выбор полей допусков и посадок подшипниковых колец.

Разновидности резьбовых соединений и резьб. Основные параметры цилиндрических резьб. Общие принципы обеспечения взаимозаменяемости цилиндрических резьб. Допуски и посадки метрических резьб. Обозначение резьбовых соединений на чертежах.

Допуски на угловые размеры. Виды конических соединений и эксплуатационные требования к ним. Взаимосвязь между отклонениями геометрических параметров конических соединений. Допуски на конусы. Методы и средства контроля конических соединений.

Классификация зубчатых передач, эксплуатационные и точностные требования. Система допусков для цилиндрических зубчатых передач. Конические зубчатые передачи. Червячные передачи.

Общие положения. Решение размерных цепей методом полной взаимозаменяемости. Решение размерных цепей вероятностным методом. Решение размерных цепей методом регулирования. Принципы решения размерных цепей методами селективной сборки и пригонки. Решение векторных размерных цепей.

Пневматические средства измерения. Электроконтактные средства измерения. Индуктивные и ёмкостные средства измерения. Механотроны. Фотоэлектрические и радиоактивные измерительные средства. Контрольные автоматы и координатно-измерительные машины. Цифровые приборы.

**«Б1.Д.Б.21 Основы мехатроники и робототехники»**  
соответствующие компетенции: ОПК-9

Основные понятия и определения. Терминология, употребляемая при изучении дисциплины. История развития мехатроники.

Математическое моделирование мехатронных систем. Основы тензорного исчисления. Описание пространственно-временных цепей.

Мехатронные системы. Принципы объединения модулей в систему. Математическое описание систем.

Развитие робототехники. Первые роботы. Тенденции развития и перспектива.

Математическое описание роботов. Векторная алгебра. Тензорная алгебра и тензорное исчисление. Расчет координат схвата.

Устройство роботов. Силовые элементы, элементы привода (механика), элементарные трансмиссионные механизмы, манипуляторы, конструкции роботов.

Выбор и расчет силовых механизмов. Пневмоцилиндры, гидроаппаратура, электромеханические силовые элементы.

Применение промышленных роботов. Робототехника для автоматических линий.

#### **«Б1.Д.Б.24 Конструирование мехатронных модулей»**

*соответствующие компетенции: ОПК-6, 11*

**Конструкции мехатронных модулей.** Основные термины и определения. Классификация мехатронных модулей. Электроприводные мехатронные модули. Гидроприводные мехатронные модули.

**Двигатели мехатронных модулей.** Электродвигатели. Гидравлические двигатели. Принципы работы. Достоинства и недостатки. Классификация.

**Общие сведения о всех типах передач, применяемых в мехатронных модулях.** Зубчатые передачи, передачи с гибкой связью, планетарные передачи, червячные передачи, волновые механические, фрикционные, винт-гайка, рычажные механизмы, кулачковые. Общие сведения, конструктивные особенности, достоинства, недостатки.

**Редукторы на базе зубчатых передач.** Общие сведения, достоинства и недостатки. Материалы зубчатых передач. Особенности кинематики. Червячные редукторы. Планетарные редукторы. Волновые зубчатые передачи.

**Люфтовывбирающие механизмы.** Автономный механизм для выборки люфта в зубчатой передаче, червячной передаче. Безлюфтовый планетарный механизм. Выборка мертвого хода в винтовых преобразователях движения. Люфтовывбирающий механизм с разрезной гайкой. Варианты конструкций люфтовывбирающих механизмов. Механизмы для выборки осевой составляющей бокового зазора.

**Гидропривод мехатронных модулей.** Насосы. Принципы работы. Радиально-поршневой. Аксиально-поршневой. Пластинчатые. Шестеренные. Клапаны и дроссели. Гидрораспределители. Дросселирующие распределители. Вспомогательные устройства гидроприводов. Трубопроводы. Методика проектирования гидросистем мехатронных модулей.

**Тормозные устройства мехатронных модулей.** Назначение и разновидности устройств. Механические тормозные устройства. Электромагнитные тормозные устройства.

**Направляющие в мехатронных модулях.** Назначение и разновидности направляющих. Направляющие с трением скольжения и качения. Шариковые LM-направляющие. Шарикосплайновые направляющие. Расчеты и методика выбора.

**Информационные устройства мехатронных модулей.** Датчики информации. Датчики положения и перемещения. Датчики скорости. Реле давления и манометры. Динамометры.

**Методика проектирования мехатронных модулей.** Общие положения. Функция инструктора мехатронного модуля. Синергетическая интеграция в мехатронных модулях. Основы методики конструирования мехатронных модулей

#### **«Б1.Д.Б.27 Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем»**

*соответствующие компетенции: ОПК-11-12*

**Введение.** Краткая историческая справка. Основные понятия и определения. Предмет электронных устройств мехатронных и робототехнических систем. Цели и задачи.

**Полупроводниковые устройства в электронной технике.** Параметры и характеристики полупроводниковых приборов; усилительные каскады переменного и постоянного тока; частотные и переходные характеристики; обратные связи в усилительных устройствах; операционные усилители; активные фильтры; компараторы; аналоговые ключи; вторичные источники питания; источники эталонного напряжения и тока; свойства и сравнительные характеристики основных интегральных элементов. Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования электронных схем; основы конструирования радиоэлектронной аппаратуры включая разработку печатных плат.

**Представление устройств на этапах синтеза и анализа.** Государственные стандарты: виды и типы электронных схем, правила выполнения электрических схем, буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах, условные графические обозначения.

**Цифровые устройства электронной техники.** Основы цифровой и импульсной техники; импульсное и цифровое представление информации, системы счисления. Цифровые логические элементы в интегральном исполнении; понятие комбинационных логических устройств и их разновидности, разновидности триггеров в интегральном исполнении; понятие последовательностных устройств и их разновидности; устройства сопряжения с объектом для цифровых систем управления. Цифроаналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи; принципы построения ЦАП и АЦП, их основные параметры и характеристики; элементы схемотехники интегральных ЦАП и АЦП.

***«Б1.Д.Б.29 Компьютерное моделирование процессов в машиностроении»***  
*соответствующие компетенции (для выбора основных дисциплин): ОПК-4, 14*

Назначение динамики многотельных систем или моделирования движения. Моделирование движения в анализе и синтезе механизмов. Совместное использование динамики многотельных систем и метода конечных элементов. Моделирование движения и натурные испытания. Интеграция САД-моделирования, динамики многотельных систем и конечно-элементного анализа. Понятие многотельной динамической системы. Теория динамики многотельной системы. Механизмы как реализация многотельных систем. Механизмы с избыточными связями. Контактные свойства твердых тел.

Звенья (тела). Шарниры. Нагрузки. Приводы. Датчики. Системы координат.

Основные этапы моделирования движения механизма в САЕ-системах. Группировка деталей и сборочных узлов САД-модели. Формирование шарниров. Задание начальных условий. Вычисление и анализ результатов.

Кинематические задачи. Динамические задачи. Другие задачи: синтез или проектирование.

Формулировка проблемы. Определение идеализированной модели. Разработка компьютерной модели. Формулировка системы уравнений. Решение уравнений. Постобработка результатов решения. Оценка и формулировка выводов.

Общие сведения о методе конечных элементов (МКЭ). Применение аналитических методов и МКЭ. Краткая история МКЭ. Области применения МКЭ. Алгоритм использования МКЭ. Основные этапы конечно-элементного анализа. Основные типы конечных элементов. Достоинства МКЭ.

Основные теоретические положения. Двухмерная задача теории поля. Функции формы. Степени свободы.

Обобщенная процедура автоматизированного конечно-элементного анализа. Матрица жесткости. Линейная пружина как конечный элемент. Система из двух пружин. Система из множества элементов. Стержневой (ферменный) элемент. Балочный элемент. Пластинчатый треугольный элемент. Объемный тетраэдрический элемент.

Дискретная модель решаемой задачи. Генераторы конечно-элементной сетки. Триангуляция Делоне. Повышение качества сетки. Преобразование элементов. Детализация сетки. Сглаживание сетки. Дискретизация по времени.

Решение уравнений равновесия в статическом анализе. Решение задач на собственные значения. Решение уравнений равновесия в динамическом анализе

***«Б1.Д.Б.32 Организация производства и менеджмент в машиностроении»***  
*соответствующие компетенции: ОПК-3, 8*

Введение в экономику предприятия. Предприятие в российской экономике. Машиностроительное производство и его значение. Предмет курса. Методология изучения курса. Задачи изучения дисциплины. Роль и место дисциплины в общей системе подготовки бакалавров данного направления. Взаимосвязь дисциплины с другими экономическими и техническими дисциплинами. Понятие, цели и задачи предприятия. Классификация предприятий. Машиностроительное производство и его значение.

Основные и оборотные средства машиностроительного предприятия. Понятие, состав и структура основных фондов. Виды оценок основных фондов. Износ и амортизация основных фондов. Показатели и пути улучшения использования основных фондов. Понятие, состав и структура оборотных средств. Нормирование оборотных средств. Показатели и пути ускорения оборачиваемости оборотных средств.

Кадры, производительность труда и организация оплаты труда. Нормирование труда. Состав, структура и анализ состояния кадров на предприятии. Нормирование труда. Производительность труда как критерий эффективности использования трудовых ресурсов. Расчет численности работников. Организация оплаты труда на предприятии: принципы и основные элементы, тарифная система оплаты труда, сдельная и повременная формы оплаты труда, бестарифная система оплаты труда.

Себестоимость продукции и прибыль предприятия. Финансовый результат деятельности предприятия. Чистая прибыль предприятия и направления ее распределения. Рентабельность. Классификация издержек (затрат) на производство и реализацию продукции предприятия. Показатели плана по себестоимости продукции. Стоимостные показатели производственной программы. Минимальный предельный объем (точка самоокупаемости). Ценообразование в условиях рынка.

Инвестиции. Основные понятия инвестиционной деятельности предприятия: инвестиции и капитальные вложения. Значение инвестиций для предприятия. Источники инвестиций. Методика определения абсолютной и относительной экономической эффективности капитальных вложений. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования

***«Б1.Д.В.1 Технология высокопроизводительной обработки материалов»***  
*соответствующие компетенции: ПК\*-4*

Элементы процесса резания металлов. Виды обработки материалов резанием. Кинематика резания. Геометрия режущей части инструмента. Соотношение углов заточки и рабочих углов инструмента. Элементы режима резания и срезаемого слоя. Виды резания.

Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Минералокерамика. Сверхтвердые инструментальные материалы. Абразивные материалы. Области применения инструментальных материалов.

Стружкообразование и контактные процессы. Деформация и напряжения при резании. Процесс стружкообразования. Виды стружек и условия ее образования. Кинематика сливного стружкообразования. Завивание и дробление стружки. Контактные процессы при стружкообразовании. Трение на контактных площадках. Наростообразование. Усадка стружки. Деформация и наклеп материала детали. Взаимосвязь явлений при стружкообразовании.

Соппротивление, сила, работа и мощность резания. Силы резания при точении и их измерение. Влияние различных факторов на силы резания. Работа и мощность резания. Вибрации в технологических станочных системах.

Тепловые процессы при резании. Источники образования теплоты и уравнение теплового баланса при резании. Температура резания и методы ее определения. Влияние различных факторов на температуру резания. Оптимальная температура резания.

Изнашивание, стойкость и прочность режущих инструментов. Напряжение в инструменте. Виды разрушения инструмента: хрупкое, пластическая деформация, изнашивание. Прочность инструмента. Физическая природа износа инструментов. Критерии затупления. Стойкость режущих инструментов и связь стойкости с режимами резания. Влияние геометрических параметров инструмента, свойств обрабатываемого материала и других факторов на допустимую скорость резания.

Формирование геометрии обработанной поверхности и физико-механических свойств поверхностного слоя детали. Понятие качества поверхностей деталей машин. Шероховатость обработанной поверхности. Механизм возникновения шероховатости поверхности. Формирование физико-механических свойств поверхностного слоя металла при обработке резанием.

Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании. Обработка отверстий осевыми инструментами. Параметры спиральных сверл. Элементы резания. Составляющие силы резания при сверлении. Износ и стойкость сверл. Схемы резания при фрезеровании. Геометрические параметры зубьев фрез. Элементы резания. Силы резания, работа и мощность при фрезеровании. Износ и стойкость фрез. Оптимальная геометрия режущих инструментов. Критерии оптимальности режимов резания. Методика расчета оптимального режима резания при точении, сверлении, фрезеровании.

***«Б1.Д.В.2 Транспортно-накопительные системы и промышленные роботы»***

**Введение.** Краткая историческая справка. Основные понятия и определения Предмет транспортно-накопительных систем и промышленных роботов. Цели и задачи.

**Транспортные системы.** Общие сведения о транспортных системах. Состояние и развитие транспортных систем. Классификация. Области применения транспортных систем. Ленточные, цепные, пластинчатые, роликовые, ковшовые, подвесные, качающиеся, инерционные, винтовые конвейеры. Гравитационный транспорт. Спуски. Конструкции. Требования к транспортным системам. Условия применения. Характеристика грузов. Тяговые элементы транспортных систем. Приводные элементы. Натяжные устройства. Нагрузки. Расчет.

**Накопительные системы и загрузочно-разгрузочные устройства.** Общие сведения о накопительных системах. Состояние и развитие накопительных систем. Классификация. Области применения накопительных систем. Сведения о конструкции. Требования к накопительным системам. Условия применения. Характеристика грузов. Элементы конструкций накопительных систем. Бункеры. Магазины. Лотки. Питатели. Отсекатели. Ориентирующие устройства. Краны-штабелеры.

**Промышленные роботы.** Общие сведения о промышленных роботах (ПР). Состояние и развитие робототехнических систем. Классификация. Области применения ПР. Особенности и задачи кинематики ПР. Конструкции. Требования к промышленным роботам. Условия применения. Типовые компоновки промышленных роботов. Расчет и принципы конструирования отдельных элементов ПР. Приводы. Системы управления. Захватные устройства.

### **«Б1.Д.В.3 Режущий инструмент в автоматизированном производстве»**

*соответствующие компетенции: ПК\*-5*

Определение, назначение и классификация режущего инструмента.

Резцы, типы, назначение, область применения. Конструктивные и геометрические параметры. Формы заточки.

Фасонные резцы, типы, назначение, область применения. Конструктивные и геометрические параметры

Протяжки и прошивки, типы, назначение, область применения. Схемы резания. Конструктивные и геометрические параметры.

Фрезы, типы, назначение, область применения. Конструктивные и геометрические параметры, профиль зубьев. Наборы фрез.

Сверла, типы, область применения. Конструктивные и геометрические параметры. Методы заточки сверл.

Зенкеры, типы, область применения. Конструктивные и геометрические параметры.

Развертки, типы, назначение. Конструктивные и геометрические параметры.

Комбинированный инструмент для обработки отверстий, типы, область применения.

Резьбонарезной инструмент, типы, назначение. Схемы резания. Конструктивные и геометрические параметры.

Инструмент для выдавливания и накатывания резьбы, типы, назначение. Конструктивные и геометрические параметры.

Инструмент для обработки зубьев цилиндрических колес, типы, назначение. Основные принципы работы. Конструктивные и геометрические параметры.

Инструмент для обработки зубьев конических колес, типы, назначение. Основные принципы работы. Конструктивные и геометрические параметры.

Инструмент для обработки зубьев червячных колес, типы, назначение. Основные принципы работы. Геометрические параметры.

Расчет конструктивных и геометрических параметров комбинированных шлицевых протяжек. Проектирование конструкции.

Расчет конструктивных и геометрических параметров зуборезных червячных фрез. Проектирование конструкции.

Расчет конструктивных и геометрических параметров круглых фасонных резцов. Проектирование конструкции.

Расчет конструктивных и геометрических параметров спиральных сверл. Проектирование конструкции.

Расчет конструктивных и геометрических параметров резьбонарезных метчиков. Проектирование конструкции.

**«Б1.Д.В.4 Проектирование станков с числовым программным управлением»**  
*соответствующие компетенции: ПК\*-2,*

Технико-экономические показатели, критерии работоспособности и их расчет. Компоновка станков, связь компоновки с технико-экономическими показателями, структурный анализ и синтез компоновок.

Привод главного движения. Исходные данные. Привод со ступенчатым регулированием. Множительные структуры. Диапазоны рабочих скоростей и подач, расчетные нагрузки в станках. Проектирование привода главного движения. Особенности применения многоскоростных электродвигателей. Сложенные структуры. Структуры со связанными колесами. Приводы с бесступенчатым регулированием. Проектирование привода главного движения.

Привод подач станков. Основные проектные критерии. Структура привода подач. Основные зависимости для расчета привода. Выбор типа двигателя и тягового устройства. Передача винт-гайка качения, конструкция, регулировка, расчет передач.

Шпиндельные узлы /ШУ/. Основные характеристики. Конструкции ШУ. Материалы. Применение новых материалов в ШУ. Основные типы опор, применяемых в ШУ. Сравнительная характеристика. Опоры качения. Основные схемы установки. Основные типы опор, применяемых в ШУ. Сравнительная характеристика. Опоры качения. Основные схемы установки. Инженерные оценки точности ШУ. Податливость ШУ на опорах качения. Расчеты шпиндельных узлов станков. Расчет статических характеристик шпиндельных узлов. Определение оптимального межопорного расстояния. Опоры жидкостного трения. Гидростатические и гидродинамические опоры. Основные понятия. Требования, предъявляемые к данным типам опор. Конструктивное исполнение. Расчет гидростатических опор. Система питания насос-карман. Дроссельная система питания.

Направляющие металлорежущих станков. Классификация. Требования, предъявляемые к ним. Конструкции направляющих. Направляющие смешанного трения. Расчет на жесткость. Направляющие жидкостного трения. Расчет на жесткость. Направляющие качения. Конструктивное исполнение. Способы создания предварительного натяга. Защитные устройства для направляющих. Расчет давлений и упругих перемещений в направляющих.

Основные требования, предъявляемые к несущей системе станка. Расчет на жесткость. Базовые детали станка. Станины. Коробчатые конструкции. Основные понятия. Расчет станин на жесткость. Расчет коробок на жесткость.

**«Б1.Д.В.6 Технологическая оснастка автоматизированного производства»**  
*соответствующие компетенции: ПК\*-6*

Терминология, употребляемая при изучении дисциплины. История развития технологической оснастки.

Классификация оснастки по степени специализации. Подразделение назначению.

Корпусные детали, опорные элементы, установочные элементы, элементарные зажимные механизмы, силовые элементы.

Расчет точности установки заготовок в приспособлениях: в призме, на оправке, на плоскости. Типовые установочные схемы. Расчет элементарных зажимных устройств. Схемы контроля

Приспособления для направления инструмента. Опорные элементы.

Элементарные зажимные механизмы.

Уточнённый расчёт элементарных зажимных механизмов. Расчёт электромеханических, пневматических, гидравлических силовых узлов технологической оснастки.

Центры, патроны, универсальные делительные головки, оправки, тиски.

Приспособления для автоматических линий.

**«Б1.Д.В.7 Программирование обработки на станках с числовым программным управлением»**  
*соответствующие компетенции: ПК\*-3*

Базовые вопросы создания управляющих программ. Основные термины и определения. Этапы создания управляющих программ и методы их разработки. Технологическая документация. Системы координат. Правила расчета элементов контура детали и элементов траектории движения режущего инструмента. Структура и формат управляющей программы. Подготовительные и вспомогательные функции. Запись управляющей программы.

Технология настройки оборудования на обработку деталей. Интерфейс учебного комплекса. Описание рабочего процесса по разработке и внедрению управляющих программ. Настройка станка, инструмента и установочных данных на обработку детали. Особенности ручного и автоматического режимов обработки.

Программирование сверлильно-фрезерно-расточных операций. Расчет элементов контура детали и элементов траектории инструмента. Принципы выбора и описания режущих инструментов. Стратегии различных видов обработки. Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ. Программирование обработки на фрезерных станках с ЧПУ. Программирование обработки деталей на многоцелевых станках с ЧПУ.

Программирование токарных операций. Последовательность программирования переходов при токарной обработке. Программирование перемещений рабочих органов. Особенности расчета элементов контура детали и элементов траектории инструмента. Принципы выбора и описания режущих инструментов. Стратегии различных видов обработки. Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ.

Программирование обработки с использованием циклов, подпрограмм и параметрическое. Вызов циклов и подпрограмм. Циклы фрезерования, сверления, нарезания резьбы и растачивания.

Подготовка программ с использованием САМ-систем.

### **«Б1.Д.В.8 Основы научных исследований в мехатронных системах»**

*соответствующие компетенции: ПК\*-7*

Организационная структура науки. Субъекты научной и научно-технической деятельности. Подготовка научных кадров. Научно-исследовательская работа в вузах.

Понятие науки. Классификация наук. Научное исследование. Классификация научно-исследовательских работ. Основные этапы научного исследования.

Метод и методология. Классификация методов научного познания. Научные методы эмпирического исследования. Научные методы теоретического исследования. Общелогические методы и приемы познания.

Поиск научно-технической информации. Выбор темы научного исследования. Оценка технико-экономической эффективности темы научного исследования. Анализ информации и формулирование задач научного исследования. Планирование научно-исследовательской работы.

Задачи и методы теоретического исследования. Использование математических методов в исследованиях. Аналитические методы. Вероятностно-статистические методы.

Подобие и моделирование в научных исследованиях. Виды моделей. Организация и обработка результатов эксперимента в критериальной форме. Физическое подобие и моделирование. Аналоговое подобие и моделирование. Математическое цифровое подобие и моделирование.

Классификация, типы и задачи эксперимента. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований. Рациональное планирование эксперимента. Лабораторные экспериментальные исследования. Экспериментально-производственные исследования. Вычислительный эксперимент.

Методы графической обработки результатов эксперимента. Методы подбора эмпирических формул. Регрессионный анализ. Понятие о корреляционном анализе. Оценка адекватности теоретических решений.

### **«Б1.Д.В.9 Инженерный анализ в мехатронных системах»**

*соответствующие компетенции: ПК\*-9*

Роль инженерного анализа в процессе проектирования мехатронного технологического оборудования

Понятие инженерного анализа. Виды инженерного анализа. Методы инженерного анализа. Классификация систем инженерного анализа. Назначение автоматизированных систем инженерного анализа (САЕ-систем). Функциональные возможности САЕ-систем. Математическое обеспечение

современных САЕ-систем. Системы инженерного анализа для механических приложений. Введение в метод конечных элементов. Формулировка метода конечных элементов. Моделирование конечных элементов. Типы конечных элементов. Создание узлов. Построение элементов. Метод топологического разбиения. Метод геометрического разбиения. Решеточные методы. Метод отображаемых элементов (трансфинитное и изопараметрическое отображение). Преобразование элементов. Детализация сетки. Сглаживание сетки. Подготовка геометрической модели и формирование сетки. Определение модели материала. Наложение граничных условий. Инициализация процедуры решения. Просмотр и оценка результатов. Методики моделирования механических компонентов мехатронных систем в системах инженерного анализа. Виды конечно-элементных моделей, их преимущества и недостатки. Методики анализа статических и динамических характеристик технологических оборудования. Методики анализа тепловых характеристик технологического оборудования.

**«Б1.Д.В.10 Экспериментальные исследования в мехатронных системах»**  
соответствующие компетенции: ПК\*-8

Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента. Инженерный эксперимент. Классификация видов эксперимента. Основные термины и определения теории эксперимента. Природа экспериментальных погрешностей и неопределенностей. Роль погрешностей измерения при проведении экспериментов. Виды погрешностей измерения. Систематическая и случайная погрешность. Природа случайных погрешностей и неопределенностей. Применение математической статистики при анализе результатов измерений. Задачи, решаемые с помощью математической статистики. Основные понятия и классификация выборок. Законы распределения случайных величин. Параметры распределения и статистические характеристики. Методы обработки опытных распределений. Понятие о статистических гипотезах. Статистические гипотезы. Несмещенные оценки. Построение доверительных интервалов. Анализ статистических связей. Корреляционный анализ данных. Типовая методика проведения корреляционного анализа. Корреляционный анализ с использованием быстрого преобразования Фурье (БПФ). Численное дифференцирование и интегрирование. Улучшение аппроксимации. Дифференцирование со сглаживанием. Частные производные. Численное интегрирование: интерполяционные квадратуры, квадратурная формула Гаусса. Методы аппроксимации экспериментальных данных. Среднеквадратичное и равномерное приближение. Разложение в степенные ряды. Регрессионный анализ – метод выравнивания. Метод наименьших квадратов. Цифровая фильтрация экспериментальных результатов.

**3.2 Порядок проведения государственного экзамена и методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов освоения образовательной программы на этом этапе государственных испытаний**

Порядок проведения государственной итоговой аттестации согласуется с действующими федеральными законами, приказами Министерства образования и науки № 636 от 29.06.2015 года и № 112 от 13.02.2014, а также уставом университета. Порядок проведения государственной итоговой аттестации доводится до сведения обучающихся всех форм обучения не позднее, чем за полгода до ее начала.

Обучающиеся обеспечиваются программами государственной итоговой аттестации, для них создаются необходимые условия подготовки, проводятся консультации.

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

Списки обучающихся, допущенных к государственной итоговой аттестации, утверждаются распоряжением директора Аэрокосмического института и представляются в государственную экзаменационную комиссию директором Аэрокосмического института.

Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного аттестационного испытания распоряжением по университету утверждается расписание государственных аттестационных испытаний (далее — расписание), в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций. Расписание доводится до сведения обучающегося, членов государственных экзаменационных комиссий и апелляционных комиссий, секретарей государственных экзаменационных комиссий, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ.

Календарный график выполнения ВКР утверждает заведующий кафедрой.

Государственные аттестационные испытания (за исключением работ по закрытой тематике) проводятся на открытых заседаниях экзаменационных комиссий с участием не менее двух третей их состава.

Результаты любого из видов аттестационных испытаний, включенных в государственную итоговую аттестацию, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты государственного аттестационного испытания объявляются в день его проведения.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена (предэкзаменационная консультация).

Государственный экзамен проводится в два этапа. На первом этапе осуществляется тестирование по вопросам для пяти дисциплин: *Основы мехатроники и робототехники, Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике, Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем, Конструирование мехатронных модулей, Вспомогательное оборудование машиностроительных производств*. Тестовые задания итогового междисциплинарного экзамена разрабатываются методической комиссией по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Тестирование может осуществляться как на компьютере с использованием любой программы, позволяющей в автоматическом режиме генерировать комплексное тестовое задание из более 1000 (не более 2500) вопросов из пяти разделов (в каждом разделе содержится от 100 до 250 вопросов). Одно тестовое задание содержит не менее двадцати пяти вопросов. На решение тестового задания отводится до 60 минут.

Критерием оценивания является успешный ответ на более 50 % тестов из тестового задания. Успешный ответ позволяет переходить ко второй части экзамена, который заключается в представлении презентации по материалам выпускной квалификационной работы. Согласно Положению о государственной итоговой аттестации выпускников ОГУ это часть экзамена представляет собой комплексное задание.

Государственный экзамен проводится следующим образом:

1) на первом этапе осуществляется тестирование по вопросам для пяти дисциплин: *Основы мехатроники и робототехники, Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике, Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем, Конструирование мехатронных модулей, Вспомогательное оборудование машиностроительных производств*. Тестовые задания итогового междисциплинарного экзамена разрабатываются методической комиссией по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника; тестовое задание включает не менее двадцати пяти вопросов; длительность тестирования составляет 60 минут;

2) на втором этапе обучающийся представляет в виде иллюстрированной презентации материалы ВКР. В этой части обучающийся: формулирует цель работы; обосновывает актуальность выбранной темы; ставит задачи, решаемые в работе; показывает основные подходы и пути достижения поставленной в работе цели; приводит перечень необходимых расчетов и графического материала. Минимальный объем выполненных исследований, выносимый на экзамен, – это краткое изложение выполненных исследований с минимальным объемом иллюстраций.

3) время, отводимое представлению презентации, ограничивается десятью минутами доклада.

4) результаты сдачи государственного экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протокола заседания Государственной экзаменационной комиссии.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Секретарь апелляционной комиссии регистрирует поступающие заявления в журнале регистрации, в котором в обязательном порядке указывает дату приема заявления, ФИО студента, свою должность и фамилию.

Для рассмотрения апелляции секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных

вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена.

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию.

Заседание апелляционной комиссии может проводиться в отсутствие обучающегося, подавшего апелляцию, в случае его неявки на заседание апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

При отказе от ознакомления (подписи) составляется акт об отказе от ознакомления (является приложением к протоколу), который подписывает председатель (либо один из членов апелляционной комиссии, присутствовавшим на заседании) апелляционной комиссии и секретарь апелляционной комиссии.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания обучающегося, подавшего апелляцию, осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в университете в соответствии с ФГОС ВО.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

Результаты сдачи государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

При определении оценки знаний и умений, выявленных при сдаче государственного экзамена, принимаются во внимание уровень теоретической, научной и практической подготовки выпускника.

При выставлении оценки применяются следующие критерии:

- оценка «отлично» выставляется тому, кто глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятие решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

- оценка «хорошо» выставляется тому, кто твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется тому, кто имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточные правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в демонстрации требуемых практических навыков;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется тому, кто не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, в недостаточной степени демонстрирует практические навыки специалиста.

### **3.3 Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену**

- Романов, А. И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. И. Романов, Т. А. Семенова, Н. С. Воронова. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2016. – 148 с. – ISBN 978-5-7262-2225-7. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119506>, авторизованный.

- Каменев, С. В. Компьютерное моделирование и обработка данных в прикладных научных исследованиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич. – Оренбург: Университет, 2013. – 156 с. – ISBN 978-5-4417-0194-5. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/3513\\_20130306.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3513_20130306.pdf), в локальной сети ОГУ.

- Каменев, С. В. Инженерные расчеты методом конечных элементов в САЕ-системе «Autodesk Simulation Mechanical» [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 142 с. –

Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/index.php?option=com\\_find&type=getfile&name=94202\\_20190515.pdf&folder1=metod\\_all&folder2=books&no\\_html=1](http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=94202_20190515.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1), авторизованный. – Загл. с экрана.

- Каменев, С. В. Использование САЕ-системы «ANSYS» в инженерной практике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. В. Каменев, А. Н. Попов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/index.php?option=com\\_find&type=getfile&name=2642\\_20110923.pdf&folder1=metod\\_all&folder2=books&no\\_html=1](http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=2642_20110923.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1), авторизованный. – Загл. с экрана.

- Каменев, С. В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/index.php?option=com\\_find&type=getfile&name=94203\\_20190515.pdf&folder1=metod\\_all&folder2=books&no\\_html=1](http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=94203_20190515.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1), авторизованный. – Загл. с экрана.

- Кожевников, Д. В. Режущий инструмент : учебник / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В. Кирсанов, С. Н. Григорьев. — 4-е, изд. — Москва : Машиностроение, 2014. — 520 с. — ISBN 978-5-94275-713-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. – ЭБС Издательства «Лань».

- Схиртладзе, А. Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, В. А. Иванов, В. К. Перевозников. — Пермь : ПНИПУ, 2006. — 208 с. — ISBN 5-98975-045-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. – ЭБС Издательства «Лань».

- Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки [Текст]: учебник для вузов/ В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. – Старый Оскол: ТНТ, 2009, 2010. – 432 с.

- Гусев, А. А. Проектирование технологической оснастки : учебник / А. А. Гусев, И. А. Гусева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2013. — 416 с. — ISBN 978-5-94275-722-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63254> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Дегтярева, О. Н. Нормирование точности и технические измерения : учебное пособие / О. Н. Дегтярева, А. А. Баканов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-906888-69-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105390> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Каменев, С. В. Автоматизация контрольно-измерительных операций в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич. – Оренбург: Университет, 2014. – 102 с. – ISBN 978-5-44-17-0422-9. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/index.php?option=com\\_find&type=getfile&name=4606\\_20140609.pdf&folder1=metod\\_all&folder2=books&no\\_html=1](http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=4606_20140609.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1), авторизованный. – Загл. с экрана.

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраамова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 1 — 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-907523-30-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307280>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / В. В. Бушуев, А. В. Ерёмин, А. А. Какоило [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2023 — Том 2 — 2023. — 586 с. — ISBN 978-5-907523-31-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307283>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Кожевников, Д. В. Резание материалов : учебник / Д. В. Кожевников, С. В. Кирсанов. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2012. — 304 с. — ISBN 978-5-94275-657-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63221> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159953> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.В. Белов.-5е изд., перераб. и доп.- Москва: Юрайт, 2015. - 702 с.

- Организация производства и управление предприятием [Текст] : учеб. для вузов / под ред. О. Т. Туровца.- 2-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 544 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 538-540. - ISBN 978-5-16-002153-9.

- Фатхутдинов, Р. А. Организация производства [Текст] : учеб. для вузов / Р. А. Фатхутдинов. - М. : ИНФРА-М, 2003. - 672 с. - (Высшее образование) - ISBN 5-16-000201-4.

- Подкопаева, М. О. Организация производства на предприятиях машиностроения [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальности 080502 "Экономика и управление на предприятии (отрасли)" / М. О. Подкопаева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4.41 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. - 208 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/910\\_20110727.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/910_20110727.pdf)

- Бекташов, Д. А. Основы программирования станков с ЧПУ : учебное пособие / Д. А. Бекташов, А. М. Власов. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154545> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Основы программирования токарной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Мехатроника и робототехника", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / [А. А. Терентьев и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2015. - 108 с. - ISBN 978-5-7410-1268-0.

- Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.06 Мехатроника и робототехника / [А. Н. Поляков и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2015. - 198 с. - ISBN 978-5-7410-1269-7.

- Программирование обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ HAAS TM-1P [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05, 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств и 09.03.01 Информатика и вычислительная техника / А. Н. Гончаров, К. С. Романенко, А. А. Корнипаева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.26 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2021. - 115 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0.

### 3.4 Интернет-ресурсы

- <http://gostexpert.ru> – бесплатная, постоянно обновляемая база ГОСТов РФ, корректировок и исправлений по ним;

- <http://libt.ru> – электронная библиотека технической литературы, предоставляющая свободный доступ к инженерным книгам, нормативной документации, ГОСТам, СНиП, ВСН;

- <http://www.renishaw.com> – официальный русскоязычный сайт фирмы Renishaw, являющейся мировым лидером в области изготовления средств измерения и контроля;

- <http://www.wenzel-group.com> – официальный сайт компании Wenzel, являющейся одним из крупнейших производителей координатно-измерительной техники;

- <http://www.metromec.ch> – официальный сайт компании Metromec, являющейся одним из крупнейших поставщиков программного обеспечения для координатно-измерительной техники;

- <http://skbis.ru> – официальный сайт СКБ ИС (Россия, Санкт-Петербург), производитель датчиков перемещения (энкодеров);

- <http://lapic.ru> – официальный сайт ООО «Лапик» (Россия, Саратов), производство координатно-измерительных машин;

- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/INTRCH/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Основы взаимозаменяемости»;

- <https://openedu.ru/course/misis/METROL/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Метрология».

- [www.ABAMET.ru](http://www.ABAMET.ru) – официальный сайт поставщика станков HAAS в Россию, сайт содержит справочную информацию по программированию HAAS-FANUC;
  - <http://dfpd.siemens.ru/infocenter/543/544/1802/1819/> – официальный сайт компании Siemens, содержащий справочную информацию по программированию в системе ЧПУ Sinumerik;
  - <http://cncexpert.ru/> - образовательный портал по технологии машиностроения;
  - [www.cnc-club.ru](http://www.cnc-club.ru) – форум по станкам с ЧПУ;
  - <https://cnc.training/courses.php> - «cnc-club.ru», Курсы, MOOK: «Онлайн-обучение операторов/программистов ЧПУ – LAUFER CNC»;
  - <http://www.sprut.ru/> - официальный сайт компании «СПРУТ-Технология», содержащий справочную информацию по автоматизации процессов машиностроения с помощью программных продуктов **SPRUT**.
  - <https://www.coursera.org/learn/multi-axis-cnc-toolpaths> - «Coursera»; MOOK: «Multi-Axis CNC Toolpaths»;
  - <https://www.coursera.org/learn/innovations-in-industry-robotics> - «Coursera»; MOOK: «Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника»;
  - <https://www.coursera.org/learn/introduction-cad-cam-practical-cnc-machining> - «Coursera»; MOOK: «Introduction to CAD, CAM, and Practical CNC Machining».
  - <http://www.edu.ru>- Российское образование. Федеральный портал.
  - <http://rsl.ru/> - Российская государственная библиотека.
  - <http://www.rasl.ru> - Библиотека Академии Наук. БАН.
  - <http://www.msu.ru/libraries/> - Научная библиотека МГУ.
  - <http://hse.ru/> - Высшая школа экономики. Национальный исследовательский университет.
  - <http://ecsocman.hse.ru/> - Федеральный образовательный портал - Экономика, Социология, Менеджмент.
  - <http://econom.nsc.ru/jep/> - Виртуальная экономическая библиотека.
  - <http://www.akdi.ru/> - Интернет-сервер АКДИ «Экономика и жизнь».
  - <http://www.expert.ru/> - Журнал «Эксперт».
  - <http://glossary.ru/> - Служба тематических толковых словарей.
  - <http://eup.ru/> - Научно-образовательный портал «Экономика и управление на предприятиях».
- Библиотека экономической и управленческой литературы.
- <http://finansy.ru/> - Публикации по экономике и финансам.
  - <http://www.gks.ru> - Федеральная служба государственной статистики.
  - <http://www.cbr.ru> - ЦБ РФ.
  - <http://www.iea.ru/> - Институт экономического анализа.
  - <http://ibooks.ru/> - Электронная библиотечная система «Айбукс».
  - [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека online».
  - <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотечная система «Лань».
  - <https://rucont.ru/> - Электронная библиотечная система «РУКОНТ».
  - <https://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека «Elibrary.ru».
  - <https://openedu.ru/course/urfu/INTPR/> Открытое образование – Управление интеллектуальной собственностью.
  - <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/INNOEC/> Открытое образование – Инновационная экономика и технологическое предпринимательство
  - [https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_002\\_commerce/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_002_commerce/) Открытое образование – Коммерциализация технологий
  - <http://www.stankozavod.su>, <http://rosstanko.com/>, [www.sasta.ru](http://www.sasta.ru),
  - <http://www.stanko-nct>, <http://www.rzts.ru>, <http://dzfs.su>, <http://www.uzts.ru>, <http://www.lipstanok.lipetsk.ru>, <http://www.assz.ru>, <https://www.stan-company.ru>, [www.sasta.ru](http://www.sasta.ru) – сайты станкостроительных заводов России по производству высокотехнологичного и наукоемкого оборудования;
  - [www.pumori.ru](http://www.pumori.ru) - сайт компании «Пумори-инжиниринг инвест», пропагандирует и внедряет инновационные технологии и содействует развитию конкурентоспособного рынка российских продуктов машиностроения.
  - [www.solver.ru](http://www.solver.ru)– сайт инженерно-консалтинговой фирмы SOLVER (СОЛБЕР).
  - [www.ABAMET.ru](http://www.ABAMET.ru) – официальный сайт поставщика станков HAAS в Россию, сайт содержит справочную информацию по программированию HAAS-FANUC;

- <https://openedu.ru/course/mephi/machinery/> - «Открытое образование»: «Конструирование: Введение в детали машин».
- <https://openedu.ru/course/spbstu/DIGPROD/> - «Открытое образование»: «Цифровое производство и проектная деятельность».
- <https://www.kitamura-machinery.com>, [www.makino.com](http://www.makino.com), [www.mazak.com](http://www.mazak.com), [www.mazak.ru](http://www.mazak.ru), [www.okuma.com](http://www.okuma.com) – официальный сайт японских производителей станков
- <https://ru.pama.it>, <http://www.gruppoparpas.com/home.aspx>, <https://www.kovosvit.com>, <https://www.toshulin.ru>, <https://roeders.de/en/start/> – сайт европейских производителей станков
- <http://sibengine.com/instrumentalnyj-i-shpindelnyj-konus-hsk/> - сайт технологической компании ООО «Сибирь Инжиниринг с полезной технической и технологической документацией
- <http://help.autodesk.com/view/INVENTOR/2018/RUS/?guid=GUID-C2452393-D245-49DA-AFBC-9E67830ECEEF> – онлайн помощник по Autodesk Inventor (блокнот инженера);
- <https://exponenta.ru> – образовательный портал по Matlab, Simulink;
- [http://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/academic/resources/](http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/academic/resources/) - сайт центра образовательных услуг Siemens PLM Software.
- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ACSE/> - «Открытое образование»: «Элементы систем автоматического управления».
- <http://www.originlab.com> – официальный сайт компании «OriginLab», занимающейся разработкой программного обеспечения для различных видов анализа и визуализации экспериментальных данных, которое получило распространение во всем мире благодаря удобству и простоте его использования;
- <http://scidavis.sourceforge.net> – официальная Web-страница свободно распространяемого программного обеспечения «SciDAVis», предназначенного для анализа и визуализации экспериментальных данных, и являющегося бесплатным аналогом таких коммерческих программных продуктов, как «Origin» и «SigmaPlot».
- <https://openedu.ru/course/mipt/SRF> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Основы научного исследования»;
- [https://openedu.ru/course/eltech/probability\\_theory](https://openedu.ru/course/eltech/probability_theory) – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Теория вероятностей».
- <http://fea.ru> – официальный сайт инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ, содержащий различные материалы, которые касаются использования современных CAE-технологий в различных отраслях промышленности;
- <http://edu.ascon.ru/> – сайт образовательной программы компании «Аскон», предоставляющий доступ к учебным версиям программных продуктов компании, содержащий различные обучающие материалы, информацию о конкурсах, проводимых компанией и т.п.;
- <https://www.autodesk.com/education/home> – раздел официального сайта компании «Autodesk», представляющий бесплатный доступ ко всем полнофункциональным версиям программных продуктов компании в образовательных целях, содержащий различные обучающие материалы, информацию о конкурсах и мероприятиях, проводимых компанией и т.п.;
- <https://www.ansys.com/academic> – раздел официального сайта компании «Ansys», посвященный ее академической программе, в рамках которой предоставляются бесплатные студенческие версии программных продуктов «Ansys» и различные обучающие материалы;
- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/MANMEH> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Модели и методы аналитической механики»;
- [https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_digital\\_engineering](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_digital_engineering) – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Введение в цифровой инжиниринг».
- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/MECHMACH> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Теория механизмов и машин»;
- <https://openedu.ru/course/spbstu/CEDDM> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве».
- <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx?country=ru> – сайт производителя инструмента Sandvik Coromant.
- <https://www.dormerpramet.com/ru-ru?country=ru> – сайт производителей инструмента Dormer и Pramet;
- <https://hoffmann-group.ru> – сайт производителя инструмента KORLOY;
- <https://www.walter-tools.com/en-gb/pages/default.aspx> – сайт производителя инструмента Walter.

- <http://rezh-instrument.ru> – справочно-информационный портал по режущему инструменту.
- <https://www.rsl.ru> - российская государственная библиотека (РГБ).
- <http://nlr.ru> - российская национальная библиотека (РНБ).
- <https://elibrary.ru> - научная электронная библиотека.
- <https://link.springer.com> - база данных научных книг, журналов, справочных материалов

## 4 Выпускная квалификационная работа

### 4.1 Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию и оформлению

Тематика ВКР должна отражать основные требования подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 *Мехатроника и робототехника*. В процессе выполнения выпускной квалификационной работы студент должен получить навыки выполнения работ, связанных с проектированием элементов мехатронных систем. Основными видами работ, выполняемых при подготовке ВКР, являются следующие: разработка кинематической схемы мехатронной системы, например, станка с ЧПУ или робототехнического комплекса; расчет и проектирование приводов главного движения и/или приводов подачи с бесступенчатым регулированием; расчет и проектирование мехатронных модулей, входящих в состав мехатронной системы; расчет и проектирования транспортно-накопительного устройства; разработка программного обеспечения для различных систем управления рабочими органами мехатронной системы; разработка технологического процесса изготовления детали, которая используется в данной мехатронной системе или мехатронном модуле. В ВКР также находят отражение вопросы экономики.

В каждом конкретном случае перечень рассматриваемых разделов может быть или сокращен, или расширен. Это во многом определяется уровнем подготовки студента. Минимальный объем по количественным признакам определен следующим образом: 80 страниц текстовой части ВКР и 8 листов А1 для иллюстрации материалов ВКР.

#### 4.1.1 Пояснительная записка

##### 4.1.1.1 Аннотация

В аннотации должно быть отражено краткое содержание ВКР, полученные результаты.

##### 4.1.1.2 Введение

Во введении следует привести общие тенденции развития машиностроения, роли мехатроники и высокотехнологичных систем в машиностроении и современном производстве, основные задачи ВКР.

##### 4.1.1.3 Обзор состояния вопроса и формулировка задач ВКР

В разделе необходимо отразить следующие вопросы: служебное назначение и другая общая информация опроектируемой или модернизируемой мехатронной системе, изложение следует сопроводить рисунками; описание кинематической схемы базового варианта мехатронной системы или различных вариантов прототипов; описание основных узлов базового варианта или прототипов мехатронной системы; определение основных направлений работ, которые следует выполнить в ВКР.

##### 4.1.1.4 Формирование исходных данных на проектирование

Если в качестве проектируемой или модернизируемой мехатронной системы рассматривается станок с ЧПУ, то в этом разделе выполняется назначение режимов резания. В общем случае режимы резания назначаются для различных материалов и размеров обработки. Однако, учитывается, что, как правило, станки с ЧПУ не используются для обдирочных работ. Это накладывает ограничения на режимы резания.

При выполнении данного раздела возможно определение режимов резания по нормативным данным, либо с помощью зависимостей теории резания. При использовании современного режущего инструмента производства ведущих фирм следует пользоваться рекомендациями, приведенными в соответствующих каталогах. Данные по режимам следует свести в таблицу.

##### 4.1.1.5 Кинематический расчет коробки скоростей станка с ЧПУ

На этом этапе осуществляется обоснованный выбор структуры главного привода с бесступенчатым регулированием. Для этого используется специальное программное обеспечение, разработанное на кафедре. Кинематический расчет позволяет только сконфигурировать кинематическую схему привода, но окончательный вариант будет сформирован после силового расчета привода.

#### 4.1.1.6 Силовой расчет зубчатых колес, ременной передачи, валов и подбор подшипников

Данный этап проектирования должен выполняться в следующей последовательности:

расчет зубчатых колес; расчет зубчатой ременной передачи (если предполагается ее использование в кинематике); построение кинематической схемы привода; построение свертки и определение углового положения равнодействующих сил, действующих в зацеплениях зубчатых колес; силовой расчет валов; подбор подшипников.

При выполнении расчетов следует использовать Autodesk Inventor.

#### 4.1.1.7 Проект шпиндельного узла станка с ЧПУ

На этом этапе производится силовой расчет шпиндельного узла. Расчет может проводиться предварительно с использованием Autodesk Inventor, а также может выполняться с использованием САЕ-системы Ansys. Наиболее эффективной моделью для расчета жесткости шпиндельного узла является модель, основанная на стрессневых элементах. Шпиндель рассчитывается с учетом не только сил резания для самых тяжелых режимов работы привода, но и сил, возникающих в приводном элементе.

#### 4.1.1.8 Расчет и проектирование мехатронного модуля

В качестве мехатронного модуля может рассматриваться: револьверная головка; токарно-фрезерный стол; двухосевой стол, расширяющий возможности трехосевого станка; многошпиндельная головка и т.д.

Необходимые расчеты выполняются с использованием автоматизированных систем Autodesk Inventor или КОМПАС, или специализированного программного обеспечения, разработанного на кафедре.

Проект мехатронного модуля выполняется в виде 3D-сборки и сборочных чертежей.

#### 4.1.1.9 Проект несущей системы станка с ЧПУ (другой мехатронной системы)

Проект несущей системы выполняется по станку-аналогу. Расчет несущей системы выполняется в САЕ-системе Ansys. В ходе инженерного анализа несущей системы станка выполняется расчет статических, динамических и тепловых характеристик. При этом несущая система рассматривается на жестких и упругих опорах с идеальными и неидеальными стыками. Геометрическая модель, участвующая в формировании расчетной модели экспортируется из внешней САД-системы.

#### 4.1.1.10 Технологическая часть

В общем случае технологическая часть представляется в ВКР в виде текстовой и графической частей. Но при большом объеме графической части ВКР технологическая часть может ограничиваться только текстовой частью ВКР. По согласованию с руководителем ВКР и председателем методической комиссии по направлению технологическая часть может быть исключена. В технологической части ВКР выполняется проект технологического процесса изготовления детали, которая используется в проектируемой мехатронной системе.

#### 4.1.1.11 Управляющая программа для станка с ЧПУ

Раздел должен выполняться с использованием двух способов составления программ: ручного и автоматизированного с использованием САМ-систем. В нем необходимо разработать управляющую программу для одного из технологических переходов, по обработке сложной поверхности. При этом следует привести расчетно-технологическую карту (РТК) и коды программы с расшифровкой их показателевого содержания.

#### 4.1.1.12 Научно-исследовательская часть (Специальная часть)

По согласованию с руководителем ВКР может быть дополнительно представлен данный раздел. Он может выполняться или на основе самостоятельных научных исследований, или обзора состояния специального вопроса из задания по ВКР. Эта часть ВКР должна показать умение выпускника работать со специальной, в том числе, с периодической литературой. В ней должен быть произведен анализ актуальной проблемы из теории и практики машиностроения. При изложении раздела недопустимо ограничиться обзором какого-либо вопроса, а также приводить общеизвестные сведения из учебной литературы. Раздел должен заканчиваться выводами. Вопросы научно-исследовательской части обязательно должны быть органически связаны с тематикой ВКР.

#### 4.1.1.13 Заключение

Выполненная ВКР должна заканчиваться заключением, содержащим выводы и основные результаты работы.

### 4.1.2 Графическая часть

Общий объем графической части должен включать не менее 8 листов формата А1. Рекомендуемое содержание графической части:

4.1.2.1 *Общий вид станка с ЧПУ или другой проектируемой мехатронной системы* (1 лист)

Данный документ содержит основные виды станка в виде эскизных видов с указанием габаритных размеров.

4.1.2.2 *Кинематическая схема станка с ЧПУ или другие важнейшие схемы мехатронной системы* (1 лист)

При проектировании станка с ЧПУ представляется кинематическая схема. При проектировании другой мехатронной системы представляется система, которая является определяющей функциональное назначение проектируемой системы.

4.1.2.3 *3D-модель мехатронной системы* (1 лист)

В этом документе мехатронная система представляется в виде 3D-модели конструкции и отдельные узлы в виде 3D-подборок.

4.1.2.4 *Проект робототехнического комплекса* (1-2 листа)

В этом документе представляются 2D и 3D-модели робототехнического комплекса, выполненные в любой из изученных САД-системе в основной программе подготовки бакалавра. Принятые конструкторские решения должны быть обоснованы Конструкции

4.1.2.5 *Проект шпиндельного узла* (1 лист)

Если шпиндельный узел не вошел в проект мехатронного модуля, то он представляется в виде сборочного чертежа. 3D-модель узла, как правило, изображается на листе 3D-модели мехатронной системы.

4.1.2.6 *Результаты инженерного анализа* (1-2 листа)

В этом документе могут быть представлены результаты статического, динамического и модального расчетов, а также результаты инженерного анализа шпиндельного узла. Независимо от полученного объема результатов – они должны быть представлены компактно, не более чем на двух листах формата А1.

4.1.2.7 *Технологическая часть проекта* (1-2 листа)

Технологическая часть проекта может быть представлена чертежом детали и заготовки, схемами технологических наладок.

Чертеж детали оформляется обязательно и содержит 2D и 3D представление детали; в случае существенных доработок конструкции, связанных с уточнением норм точности или с улучшением технологичности детали, лист входит в общее число листов. В прочих случаях лист является информационным и не включается в общее количество листов.

Схемы наладок должны давать полное представление о разработанном технологическом процессе. Для каждого из технологических переходов необходимо представить заготовку, режущий инструмент, траекторию его относительного перемещения, также для первого перехода следует указать элементы установочного приспособления. Степень детализации приспособления должна давать представление о возможности реализации выбранной схемы базирования и надежном закреплении заготовки. Вспомогательный инструмент (оправки, патроны переходные втулки и т.п.) не следует дублировать, представлять для инструментов различного типа.

4.1.2.8 *Научно-исследовательская часть* (1 лист)

Оформляется в виде плакатов, схем, диаграмм. По согласованию с руководителем ВКР может быть оформлен лист по результатам научных исследований.

4.1.2.9 *Экономическая часть* (1 лист).

## 4.2 Порядок выполнения выпускной квалификационной работы

Темы ВКР сводятся к трем основным направлениям: проект модернизации станка с ЧПУ; проект многоцелевого станка; научно-исследовательское.

Каждый студент, начиная с второго курса, получает бланк – задание, включающее задание к курсовым проектам, работам и расчетно-графическим заданиям по семи дисциплинам (приложение А): Программное обеспечение автоматизированного проектирования; Проектирование станков; Конструирование мехатронных модулей; Компьютерное моделирование процессов в машиностроении; Вспомогательное оборудование машиностроительных производств; Технология машиностроения; Программирование обработки на станках с числовым программным управлением.

Примерные темы ВКР устанавливаются на втором курсе обучения. На государственном

экзамене проводится экспертиза выбранных тем.

В соответствии с темой ВКР ее руководитель выдает выпускнику задание на ВКР, утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания (Приложение Б). Это задание вместе с ВКР представляется перед защитой в ГЭК.

Заведующий выпускающей кафедрой устанавливает сроки периодического отчета выпускника по выполнению ВКР. В установленные сроки выпускник отчитывается перед руководителем и заведующим кафедрой, которые фиксируют степень (процент) готовности ВКР и отражают это в протоколе заведующего кафедрой и на специальном стенде кафедры.

ВКР выполняется на основе глубокого изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, монографий, периодической литературы, журналов, нормативной литературы и т.п.). Рекомендацию по списку такой литературы можно получить во время консультации у руководителя. Кроме того, необходимую информацию можно получить у специально назначенных консультантов по отдельным разделам ВКР – экономической, технологической части, конструкторской, программирование обработки на станках с ЧПУ. Консультанты проверяют соответствующую часть выполняемой выпускной работы и ставят на ней свою подпись.

Общие требования и правила оформления ВКР изложены в стандарте организации (СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие. Общие требования и правила оформления»).

За принятые в ВКР решения и за правильность всех данных отвечает выпускник – автор выпускной квалификационной работы.

К защите ВКР допускаются выпускники, выполнившие все требования учебного плана и программ.

Законченная ВКР, подписанная на титульном листе выпускником, руководителем и консультантами вместе с отзывом руководителя представляется на подпись заведующему кафедрой.

Не позднее, чем за два дня до защиты студент представляет секретарю Государственной экзаменационной комиссии все необходимые документы:

- распоряжение директора Аэрокосмического института о допуске к защите обучающихся, успешно прошедших все этапы, установленные образовательной программой;
- один экземпляр ВКР в сброшюрованном виде;
- отзыв руководителя о ВКР по форме согласно действующему в университете стандарту СТО 02069024.101-2015;
- лист нормоконтроля ВКР по форме согласно действующему в университете стандарту СТО 02069024.101-2015.

#### **4.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Защита ВКР происходит публично. Она носит характер дискуссии и происходит в обстановке высокой требовательности и принципиальности; обстоятельному анализу должны подвергаться достоверность и обоснованность всех выводов и рекомендаций, содержащихся в работе. Кроме членов экзаменационной комиссии на защите желательно присутствие руководителя ВКР, а также возможно присутствие других студентов, преподавателей и администрации.

Заседание Государственной экзаменационной комиссии начинается с того, что секретарь объявляет о защите, указывая ее название, фамилию, имя, отчество ее автора, а также докладывает о наличии необходимых в деле документов, передает председателю законченную ВКР и все необходимые материалы, после чего обучающийся получает слово для доклада. Примечание – в ГЭК могут быть представлены также иные материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной ВКР – печатные статьи по теме ВКР, документы, указывающие на практическое применение ВКР, макеты и т.д.

Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК с участием не менее двух третей состава комиссии.

Защита ВКР может проводиться как в университете, так и на предприятиях, в учреждениях и организациях, для которых тематика защищаемых ВКР представляет научный или практический интерес.

Для сообщения содержания ВКР выпускнику предоставляется не более 15 мин.

После окончания доклада члены ГЭК задают вопросы, которые секретарь записывает вместе с ответами в протокол. Члены Государственной экзаменационной комиссии и лица, приглашенные на

защиту, в устной форме могут задавать любые вопросы по проблемам, затронутым в работе. Отвечая на вопросы, нужно касаться только существа дела. Затем секретарь зачитывает отзыв руководителя.

Продолжительность защиты одной ВКР, как правило, не должна превышать 30 мин.

#### 4.4 Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Результаты защиты ВКР определяются оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Оценки "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

При определении оценки ВКР принимаются во внимание уровень теоретической, научной и практической подготовки выпускников, их профессиональной подготовленности в соответствии с требованиями ФГОС ВО, установленные как на основе анализа качества выполненной ВКР, так и во время ее защиты. Так оцениваются актуальность и важность темы ВКР для науки и производства, наличие публикаций для изобретений по защищаемой теме, проведение экспериментальных, лабораторных или промышленных испытаний, личное участие выпускника в разработке и принятии проектных технических решений.

Оценка ВКР студентов производится по следующим критериям:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если показал большой объем выполненных работ; типовыми примерами таких работ являются - натурные испытания на оборудовании или вычислительный эксперимент; интересные решения в специальной части ВКР, а также доказал своими ответами на вопросы комиссии, что он глубоко и прочно усвоил ОП; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой; не затрудняется с ответами на проблемно-ориентированные вопросы; правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения инженерных задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если показал необходимый объем выполненных работ, а также доказал своими ответами на вопросы комиссии, что он глубоко и прочно усвоил ОП; последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой; не затрудняется с ответами на проблемно-ориентированные вопросы; правильно обосновывает принятые решения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показал необходимый объем выполненных работ, но ответами на вопросы комиссии не может полно раскрыть сущность выполненной работы; непоследовательно излагает материал, не умеет тесно увязывать теорию с практикой; затрудняется с ответами на проблемно-ориентированные вопросы; допускает ошибки в обосновании принятых решений;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если представил ВКР, но не ответил на вопросы комиссии по теме выполненной ВКР.

Каждый из членов ГЭК может использовать протокол, который может использовать при выставлении оценок. Оценки выставляются в конце заседания ГЭК открытым голосованием простым большинством. Результаты защиты ВКР объявляются в тот же день после оформления протокола заседания ГЭК.

Выпускнику, защитившему ВКР, решением ГЭК присваивается квалификация бакалавр по направлению 15.03.06 *Мехатроника и робототехника* и вручается диплом.

Выпускнику университета, сдавшему курсовые экзамены с оценкой «отлично» не менее чем по 75% всех дисциплин учебного плана, а по остальным дисциплинам – с оценкой «хорошо» и защитившему ВКР с оценкой «отлично», а также проявившему себя в научной и общественной работе, выдается диплом с отличием.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и несогласии с его результатами.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Апелляция рассматривается не позднее 2 рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию.

Заседание апелляционной комиссии может проводиться в отсутствие обучающегося, подавшего апелляцию, в случае его неявки на заседание апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

При отказе от ознакомления (подписи) составляет акт об отказе от ознакомления (является приложением к протоколу), который подписывает председатель (либо один из членов апелляционной комиссии, присутствовавшим на заседании) апелляционной комиссии и секретарь апелляционной комиссии.

При рассмотрении апелляции о нарушении процедуры проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания обучающегося не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственного аттестационного испытания обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

В случае удовлетворения апелляции результат проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии.

Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные университетом.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного аттестационного испытания.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания обучающегося, подавшего апелляцию, осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в университете в соответствии с ФГОС ВО.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

Апелляционные документы прикрепляются к протоколам итоговой государственной аттестации соответствующего направления.

Результаты государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования заслушиваются на ученом совете факультета/института.

Отчет государственной экзаменационной комиссии вместе с рекомендациями о совершенствовании качества профессиональной подготовки выпускников представляется в учебно-методическое управление в недельный срок после завершения государственной итоговой аттестации.

Каждая защита выпускной квалификационной работы и сдача государственного экзамена оформляется отдельными протоколами. В отдельных протоколах членов ГЭК указываются показатели качества оценки итоговых аттестаций, делается запись о присвоении соответствующей квалификации и рекомендациях комиссии.

Протоколы заседаний комиссий подписываются председателем. Протокол заседания государственной экзаменационной комиссии также подписывается секретарем экзаменационной комиссии.

Протоколы заседаний комиссий снимаются выпускающей кафедрой, сотрудники которой по акту приема-передачи передают протоколы согласно графику сдачи документов в архив.

ВКР хранится в архиве университета.

Тексты ВКР, за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствования – он не должен превышать 50 %. Достаточно большой объем заимствования объясняется тем, что главное отличие заключается в конкретных технических решениях, реализованных графически, а система «Антиплагиат» их не анализирует.

Секретарь комиссии в недельный срок после заседания государственной экзаменационной комиссии предоставляет электронную версию ВКР в формате PDF в научную библиотеку, лицу, ответственному за размещение ВКР в ЭБС, назначенному приказом.

На выпускающей кафедре в течение пяти лет хранится заключение об оригинальности текста ВКР, сформированное системой «Антиплагиат».

Составители:

Зав.каф.ТММСК



подпись

А.Н. Поляков

расшифровка подписи

подпись

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

наименование кафедры



подпись

А.Н. Поляков

расшифровка подписи

Председатель методической комиссии

15.03.06 Мехатроника и робототехника

код наименование



подпись

М.О. Оболенов

расшифровка подписи

Согласовано:

Директор Аэрокосмического института

наименование факультета (института)



подпись

А.И. Сергеев

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

С.А. Биктимиров

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института



подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

Приложение А  
(обязательное)

Кафедра «Технология машиностроения,  
металлообрабатывающие станки и ком-  
плексы»

У т в е р ж д а ю :

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Поляков А.Н

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ г

**БАЗОВОЕ ЗАДАНИЕ  
НА РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ**

студенту \_\_\_\_\_ Абдульменова Софья Ахматовна, 21МР(ба)Мех  
фамилия, имя, отчество, группа

по курсам дисциплин:

1. Программное обеспечение автоматизированного проектирования
2. Проектирование станков с Числовым программным управлением
3. Конструирование мехатронных модулей
4. Компьютерное моделирование процессов в машиностроении
5. Транспортно-накопительные системы и промышленные роботы
6. Технология автоматизированного машиностроения
7. Программирование обработки на станках с числовым программным управлением

Исходные данные \_\_\_\_\_ 7305.30.06 - «Корпус»  
деталь  
вертикально-сверлильный станок 2Н125  
модель станка

дисциплине «Программное обеспечение автоматизированного проектирования» разработать  
1 3-D модель детали 7305.30.06 - «Корпус»  
2 С использованием ассоциативных видов выполнить чертеж детали

По дисциплине «Проектирование станков с числовым программным управлением»  
разработать: \_\_\_\_\_ Проект модернизации станка

- 3 Анализ служебного назначения станка
- 4 Разработка варианта модернизации станка
- 5 Выбор режимов резания с учетом планируемой модернизации
- 6 Разработка кинематической схемы модернизируемого станка
- 7 Расчет приводов станка
- 8 Разработка проекта привода главного движения, привода подач
- 9 Проект шпиндельного узла

По дисциплине «Конструирование мехатронных модулей»

разработать: \_\_\_\_\_ Проект мехатронного модуля

- 1 Выполнить расчет основных характеристик мехатронного модуля
- 2 Компоновка мехатронного модуля
- 3 Трехмерная модель мехатронного модуля с подробным представлением всех компонентов
- 4 Сборочный \_\_\_\_\_ чертеж \_\_\_\_\_ мехатронного \_\_\_\_\_ модуля

По дисциплине «Компьютерное моделирование процессов в машиностроении» разработать: **Проект несущей системы станка и выполнить ее инженерный анализ**

1 **Разработать 3D-модели деталей несущей системы станка (НСС)**

2 **Разработать сборочную модель НСС**

3 **Разработать конечно-элементную модель НСС**

4 **Выполнить расчет статических, динамических и тепловых характеристик НСС**

По дисциплине «Транспортно-накопительные системы и промышленные роботы»

разработать: **Расчет элементов и привода пластинчатого конвейера**

1 **Расчет основных параметров и характеристик конвейера**

2 **Кинематическая и расчетная схемы конвейера**

3 **Расчет привода конвейера**

4 **Сборочный чертеж узла приводной звездочки**

По дисциплине «Технология автоматизированного машиностроения» разработать технологический процесс изготовления детали 7305.30.06 - «Корпус»

По дисциплине «Программирование обработки на станках с числовым программным управлением»

разработать:

1 **Управляющую программу обработки детали в системе ЧПУ (ручное программирование)**

2 **Программу обработки детали в САМ-системе**

3 **Разработать карту наладок станков с ЧПУ на обработку детали 7305.30.06 - «Корпус»**

Консультанты по разделам:

Программное обеспечение

автоматизированного проектирования

И.П. Никитина

подпись

И.О. Фамилия

Проектирование

Станков с ЧПУ

А.Н. Поляков

подпись

И.О. Фамилия

Конструирование мехатронных  
модулей

А.Н. Поляков

подпись

И.О. Фамилия

Компьютерное моделирование  
процессов в машиностроении

С.В. Каменев

подпись

И.О. Фамилия

Транспортно-накопительные системы  
и промышленные роботы

К.С. Романенко

подпись

И.О. Фамилия

Технология машиностроения

А.Н. Гончаров

подпись

И.О. Фамилия

Программирование обработки на станках  
с числовым программным управлением

А.А. Терентьев

подпись

И.О. Фамилия

Руководитель ВКР

И.П. Никитина

подпись

И.О. Фамилия

Задание принял к исполнению

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

С.А. Абдульmeneва

подпись

И.О. Фамилия

**Приложение Б  
(обязательное)**

Кафедра: «Технология машиностроения,  
металлообрабатывающие станки и комплексы»  
Утверждаю: \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Поляков А.Н.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

студенту \_\_\_\_\_ Мищенкоу Дмитрию Сергеевичу  
(Фамилия, имя, отчество)

по направлению подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника  
код, наименование

1 Тема ВКР: Проект модернизации широкоуниверсального консольно-фрезерного станка 6Р82Ш

2 Срок сдачи студентом ВКР «» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3 Цель и задачи ВКР С целью повышения производительности и расширения технологических возможностей провести модернизацию универсального станка модели 6Р82Ш в станок с ЧПУ, повысить мощности электродвигателей привода главного движения и приводов подач, расширить диапазон частот вращения, сконструировать мехатронный модуль «Шестишпindelная поворотная головка».

4 Исходные данные к ВКР Технический паспорт станка модели 6Р82Ш, методики расчета узлов станка, программно-математическое обеспечение для моделирования узлов станка

5 Перечень вопросов, подлежащих разработке

Аннотация. Содержание. Введение

5.1 Обзорная часть и постановка задачи

5.1.1 Обзор фрезерных станков

5.1.2 Направления модернизации фрезерных станков

5.1.3 Устройство широкоуниверсального консольно-фрезерного станка модели 6Р82Ш

5.1.4 Постановка цели и задач проектирования

5.2 Проектирование базовых узлов и модуля станка

5.2.1 Анализ режимов резания

5.2.2 Кинематический расчет коробки скоростей станка

5.2.3 Проектный расчет зубчатых передач для коробки скоростей станка

5.2.4 Проектный расчет валов коробки скоростей станка

5.2.5 Расчет и подбор подшипников качения для коробки скоростей станка

5.2.6 Разработка конструкции шестишпindelной револьверной головки

5.3 Инженерный анализ узлов станка

5.3.1 Расчет характеристик шпindelного узла

5.3.2 Разработка конструкции несущей системы станка

5.3.3 Расчет статических характеристик несущей системы станка

5.3.4 Расчет модальных характеристик несущей системы станка

5.3.5 Расчет динамических характеристик несущей системы станка

5.3.6 Расчет тепловых характеристик несущей системы станка

5.4 Разработка технологического процесса изготовления детали «Ось»

5.5 Экономическая часть

5.6 Заключение

5.7 Список использованных источников

