

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы цифрового машиностроения
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления профессиональной деятельности в условиях современного цифрового машиностроения

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- современные цифровые инструменты и технологии для конструкторской подготовки производства,
- методы автоматизированной разработки конструкций машиностроительных изделий в цифровой среде,
- современные цифровые производственные технологии и оборудование с компьютерным управлением, в т.ч. роботизированные комплексы,
- методы автоматизированной разработки технологических операций, выполняемых на оборудовании с компьютерным управлением,
- современные программные средства и комплексы для управления цифровыми производственными данными и планирования работ и ресурсов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает состав и назначение современных программных систем и комплексов для автоматизации процессов разработки конструкций машиностроительных изделий, технологий их изготовления и управления цифровыми данными на предприятиях	Знает состав и назначение стандартных программных средств, применяемых для решения задач профессиональной деятельности, современные информационные технологии, используемые для обеспечения функционирования машиностроительных предприятий	Контрольная работа
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет планировать работы и подбирать оснащение для производства изделий с использованием информационных баз данных и специализированных программных модулей	Умеет использовать прикладное программное обеспечение и современные информационные технологии при проектировании технологии производства изделий	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет навыками разработки конструкций и технологий машиностроительного производства на основе использования программных комплексов и средств автоматизации проектирования	Владеет навыками применения стандартных программных средств для решения задач профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-14	ИД-1ОПК-14	Знает методы разработки и планирования производственных процессов, основанные на использовании автоматизированных систем распределения работ и ресурсов	Знает методы достижения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения, организацию контроля качества и управления технологическими процессами, правила разработки технологических процессов	Контрольная работа
ОПК-14	ИД-2ОПК-14	Умеет анализировать закономерности формирования контролируемых параметров деталей при реализации технологического процесса на основе цифровых производственных данных	Умеет осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-14	ИД-3ОПК-14	Владеет навыками автоматизированного технологического анализа конструкций деталей и сборочных единиц	Владеет навыками отработки конструкций на технологичность	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-9	ИД-1ОПК-9	Знает цифровые средства автоматизации производственного оборудования и рабочих мест	Знает средства технологического оснащения рабочих мест, структуру производственных цехов и систему размещения оборудования на производстве	Дифференцированный зачет
ОПК-9	ИД-2ОПК-9	Умеет в автоматизированном режиме выполнять компоновку автоматизированных производственных линий	Умеет выполнять технические расчёты по размещению технологического оборудования на производственных площадях, определять	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			необходимую структуру и количество оборудования и инструмента для оснащения рабочих мест	
ОПК-9	ИД-3ОПК-9	Владеет навыком компоновки автоматизированных производственных комплексов и подбора оборудования для их оснащения	Владеет навыками выбора средств технологического оснащения для реализации процессов изготовления продукции, разработки компоновок участков и цехов	Индивидуальное задание
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает состав и принцип работы технологического оборудования с ЧПУ, методы разработки процессов изготовления деталей с его использованием	Знает современные системы и методы проектирования технологических процессов, основное технологическое оборудование с ЧПУ и принципы его работы, функциональные возможности и принципы работы станков с ЧПУ, специфику проектирования технологических процессов изготовления сложных деталей на оборудовании с ЧПУ	Дифференцированный зачет
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет разрабатывать, сравнивать и оптимизировать технологические операции механической обработки деталей на станках с ЧПУ на основе виртуальных моделей процессов формообразования поверхностей	Умеет разрабатывать, применяя компьютерные средства автоматизации проектирования, прогрессивные технологические процессы изготовления сложных деталей, выбирать технологическую оснастку, определять рациональные режимы, обеспечивающие производство конкурентоспособной продукции, анализировать и отрабатывать изделия на технологичность	Отчёт по практическому занятию
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыком автоматизированного проектирования технологических схем механической обработки деталей, подбора	Владеет навыками разработки маршрута обработки заготовок, определения последовательности обработки поверхностей	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		инструмента и режимов обработки	заготовки, составления операционных эскизов, схем установки и закрепления заготовок, назначения технологических переходов и выбора соответствующих им режущих инструментов, назначения припусков и определения режимов обработки, оформления технологической документации	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	25	25	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Цифровые технологии проектирования в машиностроении	5	0	8	22
<p>Основы цифрового описания структуры, формы, размеров и свойств объектов машиностроительных производств.</p> <p>Цифровое прототипирование и виртуальные испытания цифрового макета. Средства инженерного анализа кинематики, механических, тепловых и гидрогазодинамических процессов в проектируемых изделиях.</p> <p>Инструменты параметрической и топологической оптимизации конструкций.</p> <p>Обратный инжиниринг оборудования и деталей.</p> <p>Технологии виртуальной и дополненной реальности для определения и улучшения эргономических показателей проектируемых изделий.</p>				
Цифровые технологии производства в машиностроении	11	0	16	32
<p>Цифровые средства автоматизации подготовки производства.</p> <p>Базы данных оборудования, оснастки, инструмента и режимов обработки для автоматизированной генерации технологических операций. Цифровая имитация процессов изготовления, сборки и испытаний деталей, узлов и изделий машиностроения.</p> <p>Числовое программное управление режимами работы и перемещением узлов технологического оборудования. Автоматизированные системы, агрегаты и узлы технологического оборудования, использование датчиков в адаптивной обработке.</p> <p>Автоматические линии и гибкие производственные комплексы. Киберфизические производственные системы.</p> <p>Промышленные роботы и манипуляторы в механической обработке, сварочных и сборочных процессах. Кинематика и логика роботизированных операций.</p> <p>Прямое цифровое производство на основе аддитивных технологий.</p> <p>Цифровые технологии измерения и контроля, контактные и бесконтактные измерительные установки, компьютеризированные средства измерения физико-механических параметров.</p>				
Цифровые технологии управления данными в машиностроении	9	0	12	27
Система нормативных документов и стандартов в области управления цифровыми данными на машиностроительных предприятиях и в жизненном цикле машиностроительных изделий.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Системы планирования и распределения работ. Использование искусственного интеллекта и генетических алгоритмов для нахождения оптимальных решений на основе больших массивов проектных и производственных цифровых данных. Интерактивные электронные технические руководства по обслуживанию и ремонту изделий.				
ИТОГО по 5-му семестру	25	0	36	81
ИТОГО по дисциплине	25	0	36	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Исследование цифрового прототипа установки для вакуумного формования
2	Оптимизация конструкции механизма подъемника
3	Реверс-инжиниринг крыльчатки вентилятора
4	Разработка и верификация комплекта технологического оснащения для изготовления детали "Плита"
5	Проектирование автоматизированной производственной линии в NX Line Designer
6	Знакомство с принципом числового управления обрабатывающим центром при фрезерной обработке
7	Знакомство с программным управлением роботизированным комплексом определения остаточных напряжений
8	Знакомство с методикой координатных измерений на бесконтактной КИМ
9	Использование искусственного интеллекта для планирования работ на участке механической обработки

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гибсон Я. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. - Москва: Техносфера, 2016.	1
2	Иванов А. А. Проектирование систем автоматизированного машиностроения : учебник / А. А. Иванов. - Москва: ФОРУМ, 2014.	5
3	Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения. Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учебное пособие для вузов / А. Н. Ковшов [и др.]. - Москва: Академия, 2007.	16

4	Кангин В. В. Персональные компьютеры в системах управления и автоматизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / В. В. Кангин. - Старый Оскол: ТНТ, 2018.	4
5	Т. 1 / В. М. Утенков [и др.]. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - (Проектирование автоматизированных станков и комплексов : в 2 т. : учебник; Т. 1).	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики : пер. с нем. / Под ред. А. Рот ; Пер. с нем. под ред. А. В. Кострова. - Москва: Техносфера, 2017.	1
2	Кабалдин Ю. Г. Управление киберфизическими механообрабатывающими системами в цифровом производстве на основе искусственного интеллекта и облачных технологий / Ю. Г. Кабалдин, Д. А. Шатагин, П. В. Колчин. - Москва: Инновационное машиностроение, 2019.	2
3	Моделирование и прогнозирование развития технических систем машиностроения / В.П. Бахарев, А.П. Дубинин, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: , ТНТ, 2015. - (Проектирование и конструирование в машиностроении : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	5
4	Справочник технолога / А. Г. Суслов [и др.]. - Москва: Инновационное машиностроение, 2019.	11
5	Тимофеев А. Н. Расчет и конструирование несущих конструкций модулей степеней подвижности промышленных роботов : учебное пособие / А. Н. Тимофеев. - Ленинград: ЛПИ, ЛПИ.	1
6	Шеффер Э. Индустрия X.0. Преимущества цифровых технологий для производства : пер. с англ. / Э. Шеффер. - Москва: Точка, 2019.	1
2.2. Периодические издания		
1	Автоматизация и современные технологии : межотраслевой научно-технический журнал / Министерство образования и науки Российской Федерации; Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы. - Москва: Машиностроение, 1947 - .	
2	Научноёмкие технологии в машиностроении : научно-технический и производственный журнал / Ассоциация технологов-машиностроителей. - Москва: Машиностроение, 2011 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Балла О. М. Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ	http://elib.pstu.ru/Record/lan97677	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Гаштова М. Е. Технология формирования систем автоматического управления типовыми технологическими процессами, средствами измерений, несложными мехатронными устройствами и системами	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142328	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Копылов Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-125736	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств	http://elib.pstu.ru/Record/lan2765	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Трусов А. Н. Автоматизация технологических процессов и производств	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-105407	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	http://link.springer.com/ http://www.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	1
Лекция	Электронный проектор "NEC M300X"	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Основы цифрового машиностроения»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Цифровые технологии проектирования и
производства

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Инновационные технологии машиностроения

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачёт: 5 семестр

Пермь 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям, выполнении индивидуальных заданий и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				Итоговый Дифференцированный зачёт
	Текущий	Рубежный		ИЗ	
	ТО	ОПЗ	Т/КР		
Усвоенные знания					
З.1 знать состав и назначение современных программных систем и комплексов для автоматизации процессов разработки конструкций машиностроительных изделий, технологий их изготовления и управления цифровыми данными на предприятиях	ТО1		КР1		ТВ
З.2 знать методы разработки и планирования производственных процессов, основанные на использовании автоматизированных систем распределения работ и ресурсов	ТО2		КР3		ТВ
З.3. знать цифровые средства автоматизации производственного оборудования и рабочих мест	ТО3		КР2		ТВ
З.4. знать состав и принцип работы технологического оборудования с ЧПУ, методы разработки процессов изготовления деталей с его использованием	ТО4		КР2		ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь планировать работы и подбирать оснащение для производства изделий с использованием информационных баз данных и специализированных программных модулей		ОПЗ1			ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый Дифференцированный зачёт
		ТО	ОПЗ	Т/КР	
У.2 уметь анализировать закономерности формирования контролируемых параметров деталей при реализации технологического процесса на основе цифровых производственных данных		ОП35			ПЗ
У.3. уметь в автоматизированном режиме выполнять компоновку автоматизированных производственных линий		ОП32			ПЗ
У.4. уметь разрабатывать, сравнивать и оптимизировать технологические операции механической обработки деталей на станках с ЧПУ на основе виртуальных моделей процессов формообразования поверхностей		ОП33, ОП34			
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками разработки конструкций и технологий машиностроительного производства на основе использования программных комплексов и средств автоматизации проектирования				ИЗ	КЗ
В.2 владеть навыками автоматизированного технологического анализа конструкций деталей и сборочных единиц				ИЗ	КЗ
В.3 владеть навыками компоновки автоматизированных производственных комплексов и подбора оборудования для их оснащения				ИЗ	КЗ
В.4 владеть навыками автоматизированного проектирования технологических схем механической обработки деталей, подбора инструмента и режимов обработки				ИЗ	КЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ИЗ – индивидуальное (комплексное) задание, ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим занятиям, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям, выполнения индивидуальных заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 9 практических занятий и подготовка 5 отчетов. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Цифровые технологии проектирования в машиностроении», вторая КР – по модулю 2 «Цифровые технологии производства в машиностроении», третья КР – по модулю «Цифровые технологии управления данными в машиностроении».

Типовые задания первой КР:

1. Дайте определение виртуального макета, опишите области его применения.

2. Перечислите приемы оптимизации конструкции на основе виртуального макета.

3. Перечислите и охарактеризуйте этапы разработки проекта конструкции изделия в цифровой среде.

4. Опишите возможности и ограничения применения искусственного интеллекта в проектировании машиностроительных изделий.

Типовые задания второй КР:

1. Опишите последовательность действий по выбору средств технологического оснащения на основе баз данных производителей инструмента.

2. Опишите устройство и принцип действия киберфизической системы аддитивного производства.

3. Опишите устройство и принцип действия многоцелевого обрабатывающего центра с системой DNC.

4. Опишите устройство и принцип действия сварочного роботоманипулятора.

5. Опишите устройство и принцип действия бесконтактной координатно-измерительной машины.

Типовые задания третьей КР:

1. Дайте определение PDM системам, охарактеризуйте области их применения.

2. Дайте определение PLM системам, охарактеризуйте области их применения.

3. Дайте определение ERP системам, охарактеризуйте области их применения.

4. Дайте определение MES системам, охарактеризуйте области их применения.

5. Опишите специфические особенности промышленного IoT.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Всего запланировано 1 комплексных индивидуальных задания. Типовые темы индивидуальных заданий:

1. Выполнить компоновочный эскиз и виртуальный макет роботизированного участка из стандартных модулей.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Опишите структуру «high-end» САПР на примере системы NX.
2. Дайте определение виртуального макета и опишите его применение в цифровом проектировании.
3. Опишите применение технологий VR и AR при проектировании технологических процессов сборки.
4. Опишите последовательность действий при выполнении цифрового контроля геометрических параметров.
5. Перечислите источники и типы данных в механообрабатывающем производстве.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Выберите недостающие элементы конструкции из библиотеки стандартных компонентов.
2. Выберите инструмент и оснастку для изготовления детали из электронного каталога.
3. Спланируйте контрольную операцию с использованием координатно-измерительной машины.
4. Спланируйте структуру базы данных для разработки интерактивных электронных технических руководств по сборке узлов.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Выполните компоновочный эскиз производственной линии.
2. Спланируйте автоматизированный комплекс для заданной операции.
3. Составьте информационную модель для эксплуатации изделия.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.