

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025  
Уникальный программный идентификатор:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства  
Кафедра технологии и организации машиностроительного производства



УТВЕРЖДАЮ  
И. о. проректора по учебной работе

Д. В. Мулов

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы программирования обработки на станках с ЧПУ  
(наименование дисциплины)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
(код, наименование направления/специальности)

Технология машиностроения  
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)  
Форма обучения очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

*Цель дисциплины.* Формирование у студентов знаний о принципах построения систем числового программного управления (ЧПУ), архитектуре современных систем ЧПУ, задачах управления, возникающих в связи с использованием систем ЧПУ, современных технологиях программирования для систем ЧПУ; подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавр по направлению.

*Задачи изучения дисциплины.* Формирование базовых компетенций по разработке управляющих программ для станков и установок с ЧПУ и способности использовать данные знания в области эксплуатации оборудования с программным управлением; получение знаний, необходимых для проектирования и разработки управляющих программ к различным видам оборудования с ЧПУ; умение самостоятельно использовать в процессе создания управляющих программ (УП) принципы объектного проектирования в модулях CAD/CAM систем.

*Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:*  
обще-профессиональная компетенция ОПК-10.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины — курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», обязательную часть Блока 1 подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства (профиль «Технология машиностроения»).

Дисциплина реализуется кафедрой технологии и организации машиностроительного производства. Основывается на компетенциях, сформированных при освоении ОПОП ВО бакалавриата.

Является основой для дальнейшего освоения компетенций, связанных со сферами и областями профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра: «Основы технологии машиностроения», «Теория резания», «Режущий инструмент», «Оборудование машиностроительных производств».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Технология машиностроения (доп. главы)», «ГПС и участки станков с ЧПУ»

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. ч.

Программой дисциплины для очной формы предусмотрены по курсу лекционные (18 ак.ч.), лабораторные работы (18 ак. ч.). Самостоятельная работа студента (36 ак.ч.).

Программой дисциплины для заочной формы предусмотрены по курсу лекционные (4 ак.ч.), лабораторные работы (4 ак. ч.). Самостоятельная работа студента (64 ак.ч.).

Дисциплина изучаются на 4 курсе в 7 семестре для очной формы и на 5 курсе в 9 семестре для заочной формы обучения.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 — Компетенции, обязательные к освоению

Код	Наименование специальности, направления подготовки	Компетенция (код, содержание)	Индикатор (код, наименование)
15.03.05	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	ОПК-10. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-10.1. Знает основные и вспомогательные команды языков программирования систем ЧПУ, специальные функции, их свойства и правила применения.
			ОПК-10.2. Знает САМ-системы, их функциональные возможности по разработке управляющих программ операций автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой сложности на станках с ЧПУ, понимает основные принципы работы в САМ-системах.
			ОПК-10.3. Умеет использовать САРР- и САМ-системы для определения последовательности обработки поверхностей заготовки простыми операциями на станках с ЧПУ.
			ОПК-10.4. Умеет использовать САРР- и САМ-системы для определения последовательности обработки поверхностей заготовки простыми операциями на станках с ЧПУ
			ОПК-10.5. Умеет использовать САМ-системы для создания инструментальных переходов, станочных циклов, информационных сообщений
			ОПК-10.6. Знает методы и средства постпроцессорной обработки управляющих программ в САМ-системах. Использует САМ-системы для постпроцессорной обработки управляющих программ с целью их адаптации к конкретному станку с ЧПУ.

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределения бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак. ч. по семестрам
		7-й семестр
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	—	—
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа (ПЗ)	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	36	36
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Подготовка к практическим занятиям	—	—
Выполнение курсовой работы / проекта	—	—
Расчётно-графическая работа (РГР)	—	—
Реферат (индивидуальное задание)	—	—
Домашнее задание	4	4
Подготовка к контрольной работе	—	—
Подготовка к коллоквиуму	4	4
Аналитический информационный поиск	—	—
Работа в библиотеке	—	—
Подготовка к экзамену	10	10
Промежуточная аттестация — экзамен (Э), д/з	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак.ч.	72	72
з.е.	3	3

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3, дисциплина разбита на 10 тем:

- тема 1 (Основы числового программного управления)
- тема 2 (Введение в программирование обработки)
- тема 3 (Станочная система координат)
- тема 4 (Структура управляющей программы)
- тема 5 (Базовые G-коды и M-коды)
- тема 6 (Постоянные циклы станка с ЧПУ)
- тема 7 (Автоматическая коррекция радиуса инструмента)
- тема 8 (Основы эффективного программирования)
- тема 9 (CAD/CAM-системы)
- тема 10 (Управление станком с ЧПУ)

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак.ч	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч
1	Основы числового программного управления.	Преимущество станков с ЧПУ. Особенности устройства и конструкция фрезерного станка с ЧПУ. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ: подсистемы управления, приводов, а обратной связи, Функционирование системы ЧПУ, интерполятор. Языки для программирования	1	Лабораторная работа №1. Устройство и принцип работы станка с ЧПУ (изучение основных узлов станка, включение-выключение станка, перемещения в станке, техника безопасности при работе на станке с ЧПУ)	2
2	Введение в программирование обработки	Особенности процесса фрезерования на станках с ЧПУ (попутное фрезерование), режущий и вспомогательный инструмент, рекомендации по фрезерованию. Прямоугольная система координат. Принцип формирования управляющей программы. Опорные точки. Передача управляющей программы на станок. Проверка управляющей программы на станке. Тестовые режимы станка с ЧПУ. Последовательность полной проверки управляющей программы. Техника безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ.	1		Лабораторная работа №2. Разработка технологии обработки (выбор режущего инструмента, определение режимов резания, выбор направления обхода, выбор нулевой (исходной) точки режущего инструмента, технология настройки оборудования).
3	Станочная система координат	Нулевая точка станка и направления перемещений. Правая система координат. Базовые точки исполнительных органов. Нулевая точка программы и рабочая система координат. Назначение нулевой точки программы. Компенсация длины инструмента. Абсолютные и относительные координаты. Комментарии в УП и карта наладки	1	Лабораторная работа №3. Разработка траектории перемещения и управляющей программы (определение опорных точек, построение эквидистанты профиля, программирование абсолютных и инкрементальных размеров, программирование режимов резания, программирование линейной и круговой интерполяции).	2
4	Структура управляющей программы	G- и M-коды. Базовые коды программирования обработки. Структура программы. Кадр управляющей программы как составная часть УП. Слово данных, адрес и число. Модальные и немодальные коды Группы кодов. Формат программы. Строка безопасности. Форматирование управляющей программы	1		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак.ч	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч
5	Базовые G-коды и M-коды	Базовые G-коды. Ускоренное перемещение, или позиционирование.. Линейная интерполяция. Круговая интерполяция. Базовые M-коды. Останов выполнения управляющей программы. Управление вращением шпинделя. Управление подачей СОЖ. Автоматическая смена инструмента. Завершение программы.	2	Лабораторная работа №4. Выполнение обхода контура (фрезерования) на рабочей подаче (работа станка по программе, отработка и редактирование управляющей программы, технологический и аварийный останов)	4
6	Постоянные циклы станка с ЧПУ	Специальные макропрограммы для выполнения стандартных операций механической обработки – постоянные циклы. Постоянные циклы для обработки отверстий. Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой. Исходная плоскость. Относительные координаты в постоянном цикле. Циклы прерывистого сверления. Циклы нарезания резьбы. Циклы растачивания.	3		
7	Автоматическая коррекция радиуса инструмента	Функция автоматической коррекции инструмента. Основные принципы коррекции. Номер корректора. Расчетная и реальная траектория инструмента. Таблица инструментов в СЧПУ. Использование автоматической коррекции на радиус инструмента. Активация, подвод и отвод инструмента. Ограничения при коррекции.	1	Лабораторная работа №5 Программирование обработки деталей с использованием циклов (рассмотрение и работа циклов сверления, нарезания резьбы, растачивания, формирования отверстий, фрезерования)	4
8	Основы эффективного программирования	Два вида подпрограмм – внутренние и внешние. Работа с осью вращения (4-ой координатой). Управляемый поворотный стол. Параметрическое программирование Локальные переменные. Общие переменные. Системные переменные. Нулевые переменные. Команда безусловного перехода GOTO. Команда условия IF. Команда WHILE. Макропрограммы.	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Тру- доём- кость в ак.ч	Темы лабораторных работ	Трудо- ём- кость в ак.ч
9	CAD/CAM-системы	Три метода программирования обработки для станков с ЧПУ: ручное программирование, программирование на пульте УЧПУ, программирование при помощи CAD/CAM-системы. Общая схема работы с CAD/CAM-системой. Виды моделирования: каркасная модель, поверхностная модель, твердотельное моделирование. Уровни САМ-системы. Геометрия и траектория. Алгоритм работы в САМ-системе: выбор геометрии, выбор стратегии и инструмента, назначение параметров обработки, бэкплот и верификация, постпроцессирование, передача УП на станок с ЧПУ. Ассоциативность. Пятикоординатное фрезерование и 3D-коррекция. Высокоскоростная обработка. Требования к современной САМ-системе	4	Лабораторная работа №6 Общая схема работы с САМ-системой (программирование обработки на сверлильно-фрезерно-расточных станках в автоматизированной системе подготовки управляющих программ	4
10	Управление станком с ЧПУ	Органы управления. Основные режимы работы. Тестовые режимы Индикация системы координат. Установление рабочей системы координат: алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z, алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y, алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия. Измерение инструмента и детали.	2		
Всего аудиторных часов			18		18

Таблица 4 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч
1	Основы ЧПУ и введение в программирование обработки. Системы координат. Структура управляющей программы. G-код. Постоянные циклы. Коррекция инструмента. Основы эффективного программирования	Преимущество станков с ЧПУ. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ. Принцип формирования управляющей программы. Тестовые режимы станка с ЧПУ. Базовые точки исполнительных органов. Абсолютные и относительные координаты. G- и M-коды. Базовые коды программирования обработки. Структура программы. Автоматическая смена инструмента. Постоянные циклы для обработки отверстий. Функция автоматической коррекции инструмента.. Внутренние и внешние подпрограммы. Параметрическое программирование	2	Лабораторная работа №1. Устройство и принцип работы станка с ЧПУ Лабораторная работа №2. Разработка технологии обработки	2
2	CAD/CAM-системы. Управление станком с ЧПУ	Три метода программирования обработки для станков с ЧПУ. Общая схема работы с CAD/CAM-системой. Уровни САМ-системы. Геометрия и траектория. Алгоритм работы в САМ-системе. Ассоциативность. Пятикоординатное фрезерование и 3D-коррекция. Высокоскоростная обработка. Требования к современной САМ-системе. Органы управления. Основные режимы работы. Тестовые режимы Индикация системы координат. Установление рабочей системы координат: алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z, алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y, алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия. Измерение инструмента и детали.	2	Лабораторная работа №5 Программирование обработки деталей с использованием циклов (рассмотрение и работа циклов сверления, нарезания резьбы, растачивания, формирования отверстий, фрезерования) Лабораторная работа №6 Общая схема работы с САМ-системой (программирование обработки на сверлильно-фрезерно-расточных станках в автоматизированной системе подготовки управляющих программ	2
Всего аудиторных часов			4		4

## 6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul1.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul1.pdf)) при оценке сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний

Вид учебной работы	Способ оценивания	Количество баллов
Выполнение заданий на практических занятиях	Предоставление отчётов по практическим работам	25—40
Выполнение лабораторных работ	Защита отчётов по лабораторным работам	25—40
Прохождение тестов 1, 2	Более 60% правильных ответов	10—20
ИТОГО:		60—100

Экзамен по дисциплине проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за все лабораторные работы. В случае, если набранная в семестре сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку на экзамене во время экзаменационной сессии.

Экзамен по дисциплине «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ» проводится в форме устного опроса. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из приводимого ниже (п. 6.5) перечня и практическое задание по составлению фрагмента управляющей программы. Билеты составлены таким образом, чтобы вопросы относились к разным темам. Студент на устном экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 — Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0–59	неудовлетворительно
60–73	удовлетворительно
74–89	хорошо
90–100	отлично

## 6.2 Лабораторные работы

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение шести лабораторных работ.

Лабораторная работа №1. Устройство и принцип работы станка с ЧПУ (изучение основных узлов станка, включение-выключение станка, перемещения в станке, техника безопасности при работе на станке с ЧПУ)

Лабораторная работа №2. Разработка технологии обработки (выбор режущего инструмента, определение режимов резания, выбор направления обхода, выбор нулевой (исходной) точки режущего инструмента, технология настройки оборудования).

Лабораторная работа №3. Разработка траектории перемещения и управляющей программы (определение опорных точек, построение эквидистанты профиля, программирование абсолютных и инкрементальных размеров, программирование режимов резания, программирование линейной и круговой интерполяции).

Лабораторная работа №4. Выполнение обхода контура (фрезерования) на рабочей подаче (работа станка по программе, отработка и редактирование управляющей программы, технологический и аварийный останов)

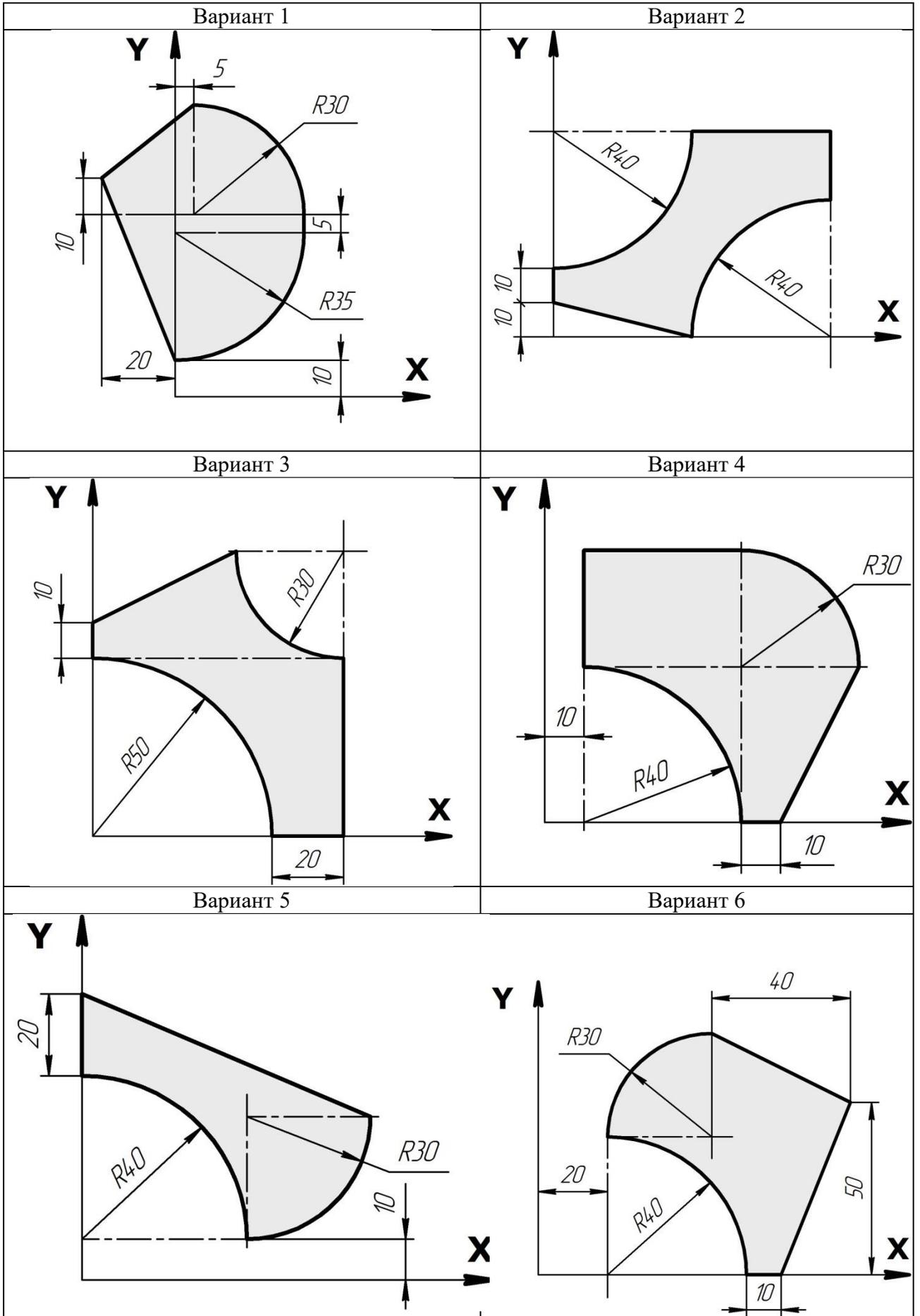
Лабораторная работа №5 Программирование обработки деталей с использованием циклов (рассмотрение и работа циклов сверления, нарезания резьбы, растачивания, формирования отверстий, фрезерования)

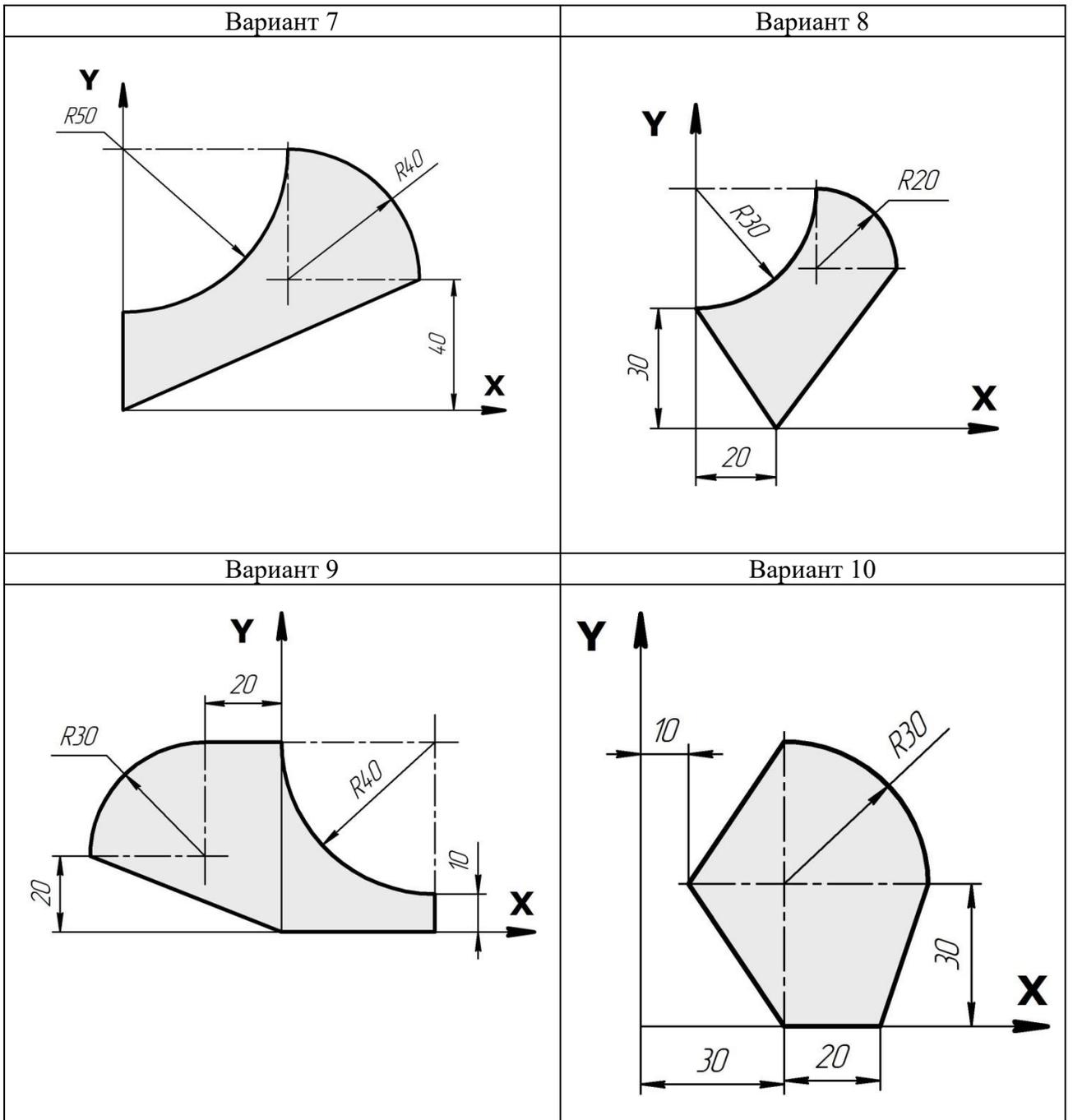
Лабораторная работа №6 Общая схема работы с САМ-системой (программирование обработки на сверлильно-фрезерно-расточных станках в автоматизированной системе подготовки управляющих программ)

Лабораторные работы №1-№4 выполняются в рамках одного индивидуального задания (см. таблицу 7)

Лабораторные работы №5 и №6 имеют общее (на группу) задание (см. таблицу 8).

Таблица 7 – Пример индивидуальных заданий лабораторным работам №1-№4





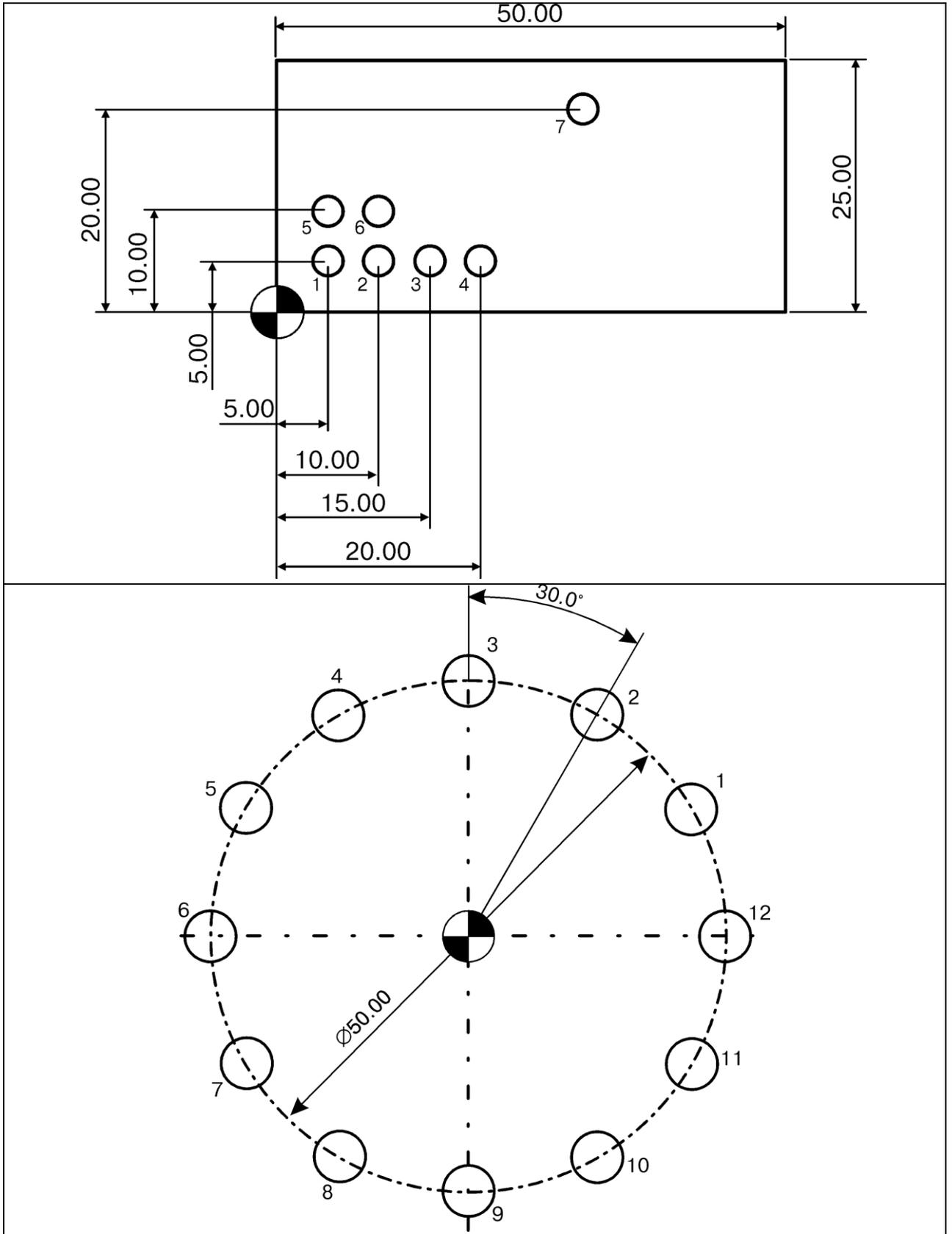
Дополнительные данные к индивидуальному заданию:

Материал детали

Толщина детали

Диаметр фрезы

Таблица 8 – Пример заданий лабораторным работам №5 и-№6



### 6.3 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий (на протяжении семестра) контроль качества освоения студентами теоретической части дисциплины осуществляется в форме электронного тестирования.

Для подготовки тестов, организации и проведения тестирования используется программа тестирования в электронной системе MOODLE.

Количественная характеристика тестов приведена в таблице 9.

Таблица 9 — Количественная характеристика тестов

Наименование темы	Количество вопросов в базе теста	Количество вопросов в тесте	Баллы, max
<i>Тест 1</i>			
Тест №1 Общие вопросы программирования	50	10	20
<i>Тест 2</i>			
Тест №2 Работа на станке с ЧПУ	50	10	20

Примерное содержание тестовых заданий

К тесту №1

- 1) Управляющая программа это:
  - А) Программа управляющая приводами станка, обеспечивает движения рабочих органов;
  - В) Программа которая указывает путь обработки поверхностей;
  - С) Упорядоченный набор команд с помощью которых осуществляются движения в станке;
  - Д) Набор кадров для обеспечения обработки контуров детали;
  - Е) Программа определяющая технологический процесс обработки детали.
- 2) Для чего используется код M5:
  - А) Отключение подачи СОЖ
  - В) Включение шпинделя по часовой стрелке
  - С) Конец программы
  - Д) Останов шпинделя
  - Е) Включение стружкоотвода
- 3) Система координат, которая программируется при помощи кода G90:
  - А) Абсолютная
  - В) Инкрементная
  - С) Полярная
  - Д) Декартова
  - Е) Полусная
- 4) Коды с адресом M называются
  - А) Основными
  - В) Вспомогательными
  - С) Наладочными
  - Д) Подготовительными
  - Е) Главными

- 5) Коды которые действуют до конца программы либо пока их не отменит другой код называются:
- A) Основные
  - B) Относительные
  - C) Немодальные
  - D) Модальные
- 6) Коды отвечающие за линейные перемещения:
- A) G2 G3
  - B) G1 G2
  - C) G0 G4
  - D) G1 G0
  - E) G1 G2
- 7) Каким кодом обозначается выбор инструмента?
- A) S
  - B) T
  - C) F
  - D) D
  - E) M
- 9) G коды называют:
- A) Главными
  - B) Основными
  - C) Вспомогательными
  - D) Опорными
  - E) Программными
- 10) Каким кодом программируется вращение шпинделя по часовой стрелке
- A) M4
  - B) M6
  - C) M2
  - D) M5
  - E) M3
- 11) Круговые перемещения программируются при помощи кодов
- A) G1 G0
  - B) G2 G4
  - C) G3 G2
  - D) G4 G3
  - E) G0 G4
- 12) Правило правой руки используют для определения
- A) Полусов
  - B) Системы координат
  - C) Опорных точек
  - D) Принципа работы станка
  - E) Установки детали
- 13) Код F переназначен для указания значения
- A) подачи
  - B) скорости резания
  - C) частоты
  - D) припуска
  - E) оборотов
- 14) Код для задания количества оборотов шпинделя
- A) T
  - B) S
  - C) F
  - D) D
  - E) M

## К тесту №2

- 1) Кнопка на панели управления стойки ЧПУ для сброса программы называется
  - A) Prog. Stop
  - B) Rewind
  - C) Repeat
  - D) Reset
  - E) Destroy
- 2) Смещение точки отсчета относительно нулевой точки называется
  - A) Координатой
  - B) Полюсом
  - C) Системой
  - D) Нулевой точкой
  - E) Опорной точкой
- 3) Строка N30 T1 M6 предназначена для
  - A) Установки инструмента в инструментальную головку
  - B) Коррекции инструмента по длине
  - C) Извлечения инструмента из станка
  - D) Прекращения обработки этим инструментом
  - E) Коррекция инструмента по радиусу
- 4) G41 код предназначен для
  - A) Ускоренного перемещения
  - B) Отключения коррекции инструмента
  - C) Включения коррекции инструмента
  - D) Включения подачи
  - E) Выключения подачи
- 5) Строка N.. M03 S400 предназначена для
  - A) Включения шпинделя против часовой стрелки с 400 об/мин
  - B) Выключения шпинделя
  - C) Включения шпинделя по часовой стрелке с 400 об мин
  - D) Включения СОЖ
  - E) Включение подачи
- 6) Какая система программируется при помощи кода G91
  - A) Абсолютная
  - B) Инкрементная
  - C) Полярная
  - D) Декартова
  - E) Полюсная
- 7) Кнопка JOG на панели управления предназначена для
  - A) Управления инструментом
  - B) Перехода в ручной режим управления
  - C) Выключения станка
  - D) Задания коррекции
  - E) Перемещения по осям узлов станка
- 8) Кнопка готовности машины к работе
  - A) Start
  - B) Reset
  - C) Jog
  - D) Machine Ready
  - E) Stop
- 9) Вызов подпрограммы осуществляется при помощи кода
  - A) M21
  - B) L12
  - C) L10

- D) M15
  - E) L25
- 10) Каким кодом обозначается коррекция инструмента?
- A) S
  - B) T
  - C) F
  - D) D
  - E) M
- 11) Код G55 Позволяет осуществить
- A) Временный останов станка
  - B) Сброс программы
  - C) Отключение подачи СОЖ
  - D) Подтверждение перемещений с пульта
  - E) Подключение дополнительных осей перемещений
- 12) Маховики на пульте управления станком как правило отвечают за
- A) Подачу и обороты
  - B) Скорость и обороты
  - C) Скорость и подачу
  - D) Припуск и скорость
  - E) Припуск и обороты
- 13) Кнопка для чтения ошибок в станке
- A) Jog
  - B) Reset
  - C) Alarm
  - D) Error
  - E) Enter
- 14) Для правильного врезания инструмента, и начала обработки следует инструмент подавать
- A) В середину детали
  - B) В точку начала детали
  - C) Линейно подавать от нулевой точки инструмента для обработки
  - D) Точку рядом с точкой начала работы
  - E) Не производить линейных перемещений
- 15) Переключение ключа на панели позволят переходить из
- A) Режима настройки в режим работы
  - B) Режима обработки в режим подачи
  - C) Режима включения в режим подачи
  - D) Режима под наладки в режим наладки
  - E) Режима настройки в режим выключения

## 6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

### *Тема 1 Основы числового программного управления*

- 1) Чем станок с ЧПУ отличается от станка с ручным управлением?
- 2) Каковы преимущества от использования станков с ЧПУ?
- 3) Опишите конструкцию и принцип работы шагового электродвигателя.
- 4) Почему в современных станках в основном используются серводвигатели, а не шаговые электродвигатели?
- 5) Перечислите основные составляющие СЧПУ.
- 6) Как функционирует подсистема обратной связи?
- 7) Назовите основные типы датчиков, которые используются в подсистеме обратной связи.
- 8) Какой язык для программирования обработки на станках с ЧПУ сегодня является наиболее популярным?

### *Тема 2 Введение в программирование обработки*

- 1) Для чего применяется вспомогательный инструмент?
- 2) Перечислите основные типы конусов шпинделя станка.
- 3) Опишите принцип действия цангового патрона.
- 4) Для чего применяются маятниковое и спиральное фрезерования?
- 5) Почему инструмент рекомендуется подводить к обрабатываемой поверхности по касательной?
- 6) Как в прямоугольной системе координат определяется положение точки?
- 7) Какое программное обеспечение используется для набора кода управляющей программы на персональном компьютере?
- 8) Как проверяют правильность управляющей на компьютере?
- 9) Для чего предназначен режим DNC?
- 10) Какова последовательность полной проверки УП?
- 11) Для чего предназначен экранный режим СЧПУ Distance to go?
- 12) Каково поведение станка при работе в режиме Single block?
- 13) Попытайтесь перечислить наиболее важные пункты основных правил техники безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ.

### *Тема 3 Станочная система координат*

- 1) В чем заключается правило «правой руки» для определения направления осей координатной системы станка?
- 2) Какая точка является базовой для шпинделя?
- 3) Что необходимо сделать в первую очередь после включения станка?
- 4) Что такое рабочее смещение?
- 5) Какие коды используются для определения рабочей системы координат?
- 6) Для чего выполняется компенсация длины инструмента?

- 7) В чем разница между программированием в абсолютных и относительных координатах?
- 8) Для чего в управляющей используются комментарии?

#### *Тема 4 Структура управляющей программы*

- 1) Что такое кадр управляющей программы?
- 2) Для чего нужны номера кадров?
- 3) Для чего в начале программы находятся код начала программы и номер программы?
- 4) Из чего состоит слово данных?
- 5) Перечислите функциональные группы кодов.
- 6) В чем преимущество модальных G-кодов перед немодальными?
- 7) Для чего нужны строки безопасности?
- 8) Назовите причины для форматирования управляющей программы.

#### *Тема 5 Базовые G-коды и M-коды*

- 1) Для чего применяется ускоренное перемещение?
- 2) Зачем нужен зазор между поверхностью и точкой, в которую перемещается инструмент с помощью кода G00?
- 3) Почему при работе с G00 следует проявлять повышенную осторожность?
- 4) В чем разница между G01 и G00?
- 5) В чем разница между G02 и G03?
- 6) Для чего в кадре круговой интерполяции указывают I-, J-, K-слова данных?
- 7) Как проще описать дугу – при помощи R- или I-, J-, K-слов данных?
- 8) Перечислите основные M-коды.
- 9) Опишите типичное поведение станка при смене инструмента.
- 10) В чем разница между кодами M03 и M04?
- 11) С какой скоростью будет вращаться шпиндель при условии, что в управляющей программе находится кадр M03 S1200?
- 12) Для чего нужно подавать охлаждающую жидкость в зону обработки при фрезеровании?
- 13) В чем разница между кодами M30 и M02?
- 14) В чем разница между кодами M00 и M01?
- 15) Назовите команду для автоматической смены инструмента.

#### *Тема 6 Постоянные циклы станка с ЧПУ*

- 1) Что называется постоянным циклом?
- 2) Перечислите основные циклы сверления.
- 3) Что такое плоскость отвода?
- 4) В чем разница между плоскостью отвода и исходной плоскостью?
- 5) Для чего необходимо указывать код G80 в УП?
- 6) Для чего используют цикл прерывистого сверления?
- 7) Что определяется при помощи Q- и R-слов данных?
- 8) В чем заключается разница между G98 и G99 в постоянных циклах?

*Тема 7 Автоматическая коррекция радиуса инструмента*

- 1) Для чего используют функцию автоматической коррекции на радиус инструмента?
- 2) Как вы думаете, функцию автоматической коррекции на радиус инструмента чаще применяют при черновой или чистовой обработке?
- 3) Перечислите G-коды для автоматической коррекции радиуса инструмента.
- 4) Откуда система ЧПУ узнает о диаметре используемого инструмента?
- 5) Можно ли активировать коррекцию в кадре с перемещением по дуге?
- 6) Когда нужно отменить автоматическую коррекцию радиуса инструмента?
- 7) Какие существуют ограничения при работе с функцией автоматической коррекции на радиус инструмента?
- 8) Что принято указывать в УП раньше – компенсацию длины инструмента или автоматическую коррекцию радиуса инструмента?

*Тема 8 Основы эффективного программирования*

- 1) Для чего нужны подпрограммы?
- 2) Чем отличаются внутренние подпрограммы от внешних подпрограмм?
- 3) Для чего используется код M98?
- 4) Для чего используется код M99?
- 5) Можно ли из одной подпрограммы вызвать другую подпрограмму?
- 6) Назовите особенности программирования 4-ой оси (поворотного стола).
- 7) Какой символ используется для обозначения переменной в Macro B?
- 8) Что такое макропрограмма?

*Тема 9 (CAD/CAM-системы)*

- 1) Сколько выделяют методов программирования обработки для станков с ЧПУ?
- 2) В чём достоинства и недостатки ручного способа программирования?
- 3) В чём особенность программирования на пульте УЧПУ?
- 4) В чём заключается программирование с помощью CAD/CAM-системы?
- 5) Что такое CAD-системы?
- 6) Что такое CAM-системы?
- 7) Что такое CAE-системы?
- 8) Что представляет собой общая схема работы в CAD/CAM-системах?
- 9) какие варианты геометрического представления детали существуют в CAD-системе?
- 10) Что представляет собой каркасная модель представления детали?
- 11) Что представляет собой поверхностная модель представления детали?
12. Что представляет собой твердотельный способ моделирования?
13. Что такое параметризация?
14. Какие различают уровни CAM-системы?
15. Какой алгоритм работы в CAM -системе?
16. Что представляет собой функция БЭКПЛОТ?

17. Что такое верификация?
18. Что такое постпроцессор?
19. В чём особенность многоосевой обработки?
20. Что представляет собой высокоскоростная обработка?
21. Какие требования к современным САМ-системам?

#### *Тема 10 Управление станком с ЧПУ*

- 1) Что представляет собой стойка ЧПУ?
- 2) Какие виды клавиш располагаются на пульте управления?
- 3) Назначение маховика
- 4) Какого рода информация выводится на индикацию пульта?
- 5) Какие основные режимы работы станка?
- 6) Какое назначение режима автоматического управления?
- 7) Какое назначение режима редактирования?
- 8) В чём заключается функция фонового редактирования?
- 9) Назначение режима MDI?
- 10) Назначение толчкового режима
- 11) В каком случае используется режим работы от маховичка?
- 12) Что такое режим возврата в нулевую точку?
- 13) Назначение режима DNC?
- 14) В каком случае используют режим редактирования параметров?
- 15) Назначение тестового режима?
- 16) Какой алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z?
- 17) Какой алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y?
- 18) Какой алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия?
- 19) Методы измерения детали и инструмента на станке?

### **6.5 Материалы для подготовки к экзамену**

Для оценки знаний, приобретённых студентом в процессе освоения дисциплины, используются следующие вопросы:

1. История развития программного управления.
2. Экономическая эффективность обработки на станках с ЧПУ.
3. Сущность программного управления.
4. Технологическая документация, оформляемая при работе на станках с ЧПУ.
5. Задачи в области обработки на станках с ЧПУ.
6. Какие особенности обработки на станках с ЧПУ?
7. Основные преимущества станков с ЧПУ. 1
8. Особенности технологической подготовки производства для обработки на станках с ЧПУ.
9. Какие подсистемы можно выделить в СЧПУ?

10. Что представляет собой подсистема управления?
11. Что представляет собой подсистема приводов?
12. Что представляет собой подсистема обратной связи?
13. Что представляет собой шаговый электродвигатель?
14. Что представляет собой сервопривод?
15. Основные типы датчиков, которые используются в подсистеме обратной связи.
16. Модели систем ЧПУ отечественного и зарубежного производства.
17. Системы координат станков с ЧПУ.
18. Пульты управления станками с ЧПУ.
19. Конструктивные особенности станков с ЧПУ.
20. Требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.
21. Технологическая обработка чертежей при обработке на станках с ЧПУ.
22. Схемы нанесения размеров на чертеже при обработке на станках с ЧПУ.
23. Система координат в станках с ЧПУ в соответствии со стандартом ISO- и их обозначение.
24. Что такое позиционная система программного управления?
25. Что такое контурная система программного управления?
26. Что такое абсолютный способ отсчёта координат?
27. Что такое относительный способ отсчёта координат?
28. Что такое «Исходная точка»?
29. Что такое «Плавающий ноль»?
30. Какие общие требования к технологичности деталей?
31. Какие задачи позиционной системы программного управления?
32. Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ.
33. В чём заключается программирование с использованием G и M кодов?
34. Назовите циклы и функции обработки отверстий на сверлильных станках с ЧПУ.
35. В чём заключается подготовка информации для управляющей программы?
36. Описать структуру УП.
37. Какова последовательность полной проверки УП?
38. Что такое подготовительные функции?
39. Что такое вспомогательные и другие функции.
40. Порядок формирования УП для фрезерных станков.
41. Что такое траектория обработки, опорные точки, эквидистанта?
42. Как происходит расчет траектории движения инструмента.?

43. Что такое коррекция криволинейных контуров?
44. Что такое система координат, способы задания размеров?
45. Плоское контурное фрезерование, каеие схемы обработки контуров?
46. В чём разница между программированием в абсолютных и относительных координатах?
47. Какого рода комментарии указываются в УП и их назначение
48. Запись слов в УП,
49. Что такое кадр УП? Формат кадра.
50. Перечислите функциональные группы кодов.
51. В чём отличие модальных и немодальных кодов.
52. Назначение строки безопасности.
53. Причины применения форматирования при разработке управляющей программы.
54. Перечислить базовые G-коды и M-коды
55. В чем разница между кодами G00 и G01?
56. В чем разница между кодами G02 и G03?
57. Назначение буквенных адресов I, J, K при круговой интерполяции
58. Какие действия происходят на стане при выполнении команды «Смена инструмента»?
59. В чем разница между кодами M03 и M04?
60. Назначение СОТС при обработке и способы задания команды в УП?
61. В чем разница между кодами M30 и M02?
62. В чем разница между кодами M00 и M01?
63. Подпрограммы (формируемые и стандартные)
64. Способы записи информации для станков с ЧПУ.
65. Код ISO-7 bit, значения его символов.
66. Постоянные циклы, их применение.
67. Постоянные циклы обработки отверстий на фрезерных станках с ЧПУ.
68. Перечислить основные циклы сверления.
69. В чём разница между плоскостью отвода и исходной плоскостью?
70. Для чего используется цикл прерывистого сверления?
71. Коррекция инструмента при фрезеровании
72. Внешние программносители для станков с ЧПУ.
73. Понятие интерполяции и аппроксимации криволинейных контуров.
74. Смена инструмента на станках с ЧПУ .
75. Экономическая эффективность применения станков с ЧПУ.
76. Последовательность обработки на станках с ЧПУ.
77. Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ.
78. Линейная и круговая интерполяция.

79. Понятие компенсации размеров инструмента.
80. Что такое декартовы и полярные координаты?
81. Способы обработки наружных и внутренних контуров.
82. Описать загрузку инструмента в станок?
83. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа.
84. Использование измерительной системы для контроля точности обработки.
85. Методы программирования обработки для станков с ЧПУ
86. Что такое САД-системы?
87. Что такое САЕ-системы?
88. Что такое САМ-системы?
89. Что такое параметризация?
90. Программирование с использованием САМ систем. Алгоритм работы в САМ системе.
91. Бэкплот и верификация УП в САМ системе.
92. Передача программы на станок. Отработка управляющей программы
93. Что такое верификация?
94. Что представляет собой стойка ЧПУ?
95. Какие основные режимы работы станка с ЧПУ?
96. Какой алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y?
97. Какой алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z?
98. Какой алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия?
99. Методы измерения детали и инструмента на станке?
100. Какого рода информация выводится на индикацию пульта?

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Колошкина И.Е. Основы программирования для станков с ЧПУ в САМ-системе: Учебник/ И.Е. Колошкина.— Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 260 с. — URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112428> – Режим доступа: для авториз. пользователей.– Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

2. Турчин Д.Е. Программирование обработки на станках с ЧПУ: учебное пособие/ Д.Е. Турчин.–Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022.– 312 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112429>– Режим доступа: для авториз. пользователей.– Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

#### *Дополнительная литература*

3. Ловыгин В.А. Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система .М.: ДМК Пресс, 2015.– 280 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112424> – Режим доступа: для авториз. пользователей.– Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

4. Чуваков А.Б. Чиненков Д.В. Основы подготовки и эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ: Монография НГТУ им. Р.Е. Алексеева .– Нижний Новгород, 2014.– 218 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112425> – Режим доступа: для авториз. пользователей.– Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

5. Жолобов А.А., Мрочек Ж.А., Федоренко А.М. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ – URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112427> – Режим доступа: для авториз. пользователей.– Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

### *Учебно-методическое обеспечение*

1. Павлов А.П., Коноплин А.Ю., Нефёдов И.С. Обработка деталей на станках с ЧПУ - Учебно-методическое пособие для обучающихся по направлениям подготовки «Машиностроение» и «Наземные транспортно-технологические средства». — М.: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2022. — 186 с. — URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112423> — Режим доступа: для авториз. пользователей.— Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

2. Батуев, В.В., Дьяконов А.А. Технология обработки деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие по выполнению практических и лабораторных работ / В.В. Батуев, А.А. Дьяконов. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. — 44 с. — URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=112426> — Режим доступа: для авториз. пользователей.— Текст : электронный (дата обращения : 05.07.2024).

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донбасский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДонГТУ»): официальный сайт. — URL : <http://library.dstu.education>. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL : <https://ntb.bstu.ru/jirbis2>. — Текст : электронный.

3. Электронная библиотечная система Консультант студента : [сайт]. — Москва. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/?ysclid=m0p04ni4nl646701969>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека ONLINE :[сайт]. — URL : [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_blocks&view=main\\_ub](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&view=main_ub). — Текст : электронный.

5. Аскон. Российское инженерное ПО для проектирования, производства и бизнеса : официальный сайт. — Санкт-Петербург. — URL : <https://ascon.ru/products>. — Текст : электронный.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ»

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 10.

Таблица 10 — Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудования учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Специальные помещения:  <i>Лекционная аудитория (60 посадочных мест)</i>, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 20 шт., стол компьютерный — 1 шт., доска аудиторная — 2 шт.), АРМ преподавателя (системный блок ПК + монитор), мультимедийный проектор, широкоформатный экран;            Оборудование:            – микроскоп видеоизмерительный MTZ-300 (2 шт.);            – оптико-эмиссионный спектрометр OES-8000S;            – ручной рентгенофлуоресцентный анализатор сплавов TrueX;            – твердомер универсальный МЕТОЛАБ-701;            – профилометр tr-300</p>	<p>ауд. <u>103</u> корп. <u>третий</u></p>
<p>Аудитория для для самостоятельной работы:  <i>Лаборатория САПР (25 посадочных мест)</i>, оборудованная учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС:            Ноутбук RIKOR R-N NINO 200/FMD-029 (9 шт.); Компьютер SafeRay S102 G1R Intel Core™ i5-12400 8/521GB 27` ViewRay; Компьютер Intel® Celeron® 2,0GHz 1/160GB 17` ViewSonic; Компьютер Intel® Celeron® 2,0GHz 1/160GB 17` ViewSonic; Компьютер Intel® Celeron® 2,0GHGz 1/160GB 17` ViewSonic; Компьютер Intel® Celeron® 2,0GHz 1/160GB 17` ViewSonic; Компьютер Intel® Core™ 2Duo 3,0 GHz 3/600 GB; Компьютер NVIDIA GeForce9500GT 19` Acer; Компьютер AMD Athlon™ 1,6 GHz 4/500 GB Radeon™ R3 19` Acer;            Оборудование:            – ручной лазерный 3D-сканер Shinning 3D;            – портативный метрологический 3D сканер RangeVision PRO;            – ноутбук Dynaudio Stealth17 Studio</p>	<p>ауд. <u>307</u> корп. <u>третий</u></p>
<p><i>Учебные мастерские (30 рабочих мест)</i>            Оборудование:            – встроенный высокоскоростной вертикальный обрабатывающий центр SINO V-8D;            – пятиосевой вертикально-фрезерный обрабатывающий центр VFC-650AC (Моделист);            – станок токарный с числовым программным управлением 16K30Ф3;            – станок токарный с числовым программным управлением 16Б16Т1С1;            – станок вертикально-фрезерный с крестовым столом и числовым программным управлением 6520Ф3 (модернизированный);            – пресеттер LINKS LR345C;</p>	<p>ауд. <u>102</u> корп. <u>третий</u></p>

Наименование оборудования учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<ul style="list-style-type: none"> <li>– станок лазерного раскроя листового проката с ЧПУ ALS1530;</li> <li>– двухосевой круглошлифовальный станок с ЧПУ TOPKING T-1020;</li> <li>– SLM 3D-принтер Onsinс AM-150;</li> <li>– станок токарно-винторезный 1В625 с устройством цифровой индикации (2 шт);</li> <li>– станок точильно-шлифовальный напольный 3М633;</li> <li>– учебный стенд на базе токарно-винторезного станка 1К62;</li> <li>– полуавтомат зубофрезерный вертикальный 5К301;</li> <li>– полуавтомат зубошлифовальный 5831;</li> <li>– станок универсальный электроэрозионный копировально-прошивочный 4Г721М;</li> <li>– станок алмазно-заточный для резцов 3Б622;</li> <li>– станок консольно-фрезерный 6М82;</li> <li>– станок консольно-фрезерный 6Н81 с УДГ-160;</li> <li>– станок токарно-затыловочный 1Б811;</li> <li>– станок радиально-сверлильный 2А592;</li> <li>– станок универсально-заточный 3А64Д;</li> <li>– станок плоскошлифовальный 3Г71;</li> <li>– станок настольно-сверлильный вертикальный 2М112;</li> <li>– станок настольный сверлильный 2Д112Л;</li> <li>– станок ножовочный 8Б72К</li> </ul>	

## Лист согласования РПД

Разработал  
старший преподаватель кафедры  
технологии и организации  
машиностроительного производства  
(должность)



(подпись)

К.П. Лавренчук  
(Ф.И.О)

Заведующий кафедрой  
технологии и организации  
машиностроительного производства  
(наименование кафедры)



(подпись)

А. М. Зинченко  
(Ф.И.О)

Протокол № 11 заседания кафедры технологии и организации  
машиностроительного производства от 10.07.2024 г.

И. о. декана факультета  
горно-металлургической  
промышленности и строительства



(подпись)

О. В. Князьков  
(Ф.И.О)

Согласовано

Председатель методической комиссии по  
направлению подготовки/специальности  
15.03.05 Конструкторско-  
технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
(профиль «Технология  
машиностроения»)



(подпись)

А.М. Зинченко  
(Ф.И.О)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О. А. Коваленко

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	