

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»**

**Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению лабораторных и практических работ
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств») очной и заочной форм
обучения**

Воронеж 2021

УДК 621.01(07)
ББК 34.5я7

Составитель ст. преп. С. Л. Новокшенов

Перспективы развития автоматизированного машиностроения: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: С. Л. Новокшенов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 40 с.

В методических указаниях изложены основные положения курса, приведены необходимые теоретические сведения для выполнения курса лабораторных и практических работ, приведен список литературы.

Предназначены для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») очной и заочной форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ЛР_ПРАМ.pdf

Ил. 18. Табл. 3. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.01(07)
ББК 34.5я7

Рецензент – А. В. Демидов, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Развитие вычислительных систем и информационных технологий в настоящее время позволяет решать задачи, в том числе конструкторско-технологические, которые до этого невозможно было решить с применением ЭВМ.

Применяя современные визуальные языки программирования и используя ресурсные возможности сети Internet и локальных вычислительных сетей машиностроительных предприятий появляется возможность не только оперативного контроля производственных и технологических процессов, но и влияние на ход обработки детали, начиная с рационального выбора основного технологического оборудования и заканчивая средствами механизации и автоматизации.

Развитие производств (рис. 1) тесно связано с формированием научно-технологических приоритетов, которые направлены на решение стратегических проблем и обеспечения эффективного использования ресурсов, направленное на практическую реализацию технологий по созданию инновационной продукции.



Рис. 1. Современные автоматизированные производства

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Перспективы развития автоматизированного машиностроения» должно помочь преподавателю в оценке уровня знаний и степени освоения компетенций студентом.

Организация лабораторных занятий

Занятия в лаборатории проводятся под руководством преподавателя. Для проведения лабораторных занятий группа делится на подгруппы (по 10 - 12 человек), постоянный состав которых сохраняется до окончания всего лабораторного практикума. Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно. По результатам выполненных работ оформляется отчет. По окончании лабораторного практикума каждый студент должен сдать зачёт. При сдаче зачёта студент обязан:

1. Знать целевое назначение работы и уметь объяснить порядок и технику её выполнения.

2. Знать устройство, приемы управления и настройку оборудования, приборов и программных средств, применяемых в работе.

3. Понимать физический и практический смысл полученных результатов.

4. Предъявить отчёт с записями со всеми необходимыми расчётами, эскизами, графиками и выводами по каждой выполненной работе.

Порядок выполнения лабораторных работ

Перед началом лабораторных занятий студенты знакомятся с содержанием лабораторного практикума, организацией и режимом занятий, правилами техники безопасности. Распределение обязанностей внутри подгруппы производится студентами с соблюдением принципа равного участия в работе каждого студента.

Студенты должны:

1. Изучить самостоятельно методику выполнения работы и ознакомиться с организацией рабочего места.

2. Ознакомиться под руководством преподавателя или лаборанта с устройством лабораторного оборудования и его управлением.

3. Категорически запрещается самостоятельный пуск оборудования и пользование без ведома преподавателя или лаборанта.

4. Изучить правила техники безопасности.

5. Произвести под руководством преподавателя или лаборанта настройку оборудования и приборов.

6. Выполнить самостоятельно необходимые учебные задания в соответствии с методикой. Результаты занести в рабочую тетрадь.

7. После окончания работы рабочее место сдать лаборанту.

8. Провести анализ полученных результатов и сделать выводы по работе. Оформить и сдать преподавателю отчет.

Требования к отчету

Отчет по работе оформляется на бумаге стандартного формата (формат А4). Отчет брошюруется в общую тетрадь. Отчет представляется в печатном виде. Коллективное составление и сдача отчетов не допускается.

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 или выше и содержать: титульный лист, название темы работы, цели работы, перечень технических и программных средств, необходимых для выполнения лабораторной работы; краткое описание исследуемого вопроса; алгоритм программы; исходные данные варианта; распечатку полученных в ходе расчета значений; выводы, содержащие анализ проведенной работы.

В выводах дается краткое объяснение сущности полученных результатов. Выводы должны быть краткими и отвечать на вопросы, поставленные в лабораторной работе.

Техника безопасности при работе студентов в лаборатории

Для того чтобы уберечь себя и товарищей от несчастного случая, а государственное имущество от аварии, необходимо хорошо знать и полностью выполнять правила внутреннего распорядка, техники безопасности и пожарной безопасности. К лабораторным работам допускаются студенты, которые ознакомились с общими конкретными требованиями техники безопасности и прошли соответствующий инструктаж. Проведение инструктажа и проверка знаний правил техники безопасности должны быть зарегистрированы соответствующими записями в лабораторном журнале. Конкретные требования техники безопасности при проведении той или иной работы изложены в описании к лабораторным работам.

Лабораторная работа № 1. Современная концепция машиностроительного предприятия. Виртуальная экскурсия

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться со структурой и назначением производственных подразделений современного машиностроительного завода.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office.

Средства для эскизирования:

4. Линейка инструментальная;
5. Штангенциркуль;
6. Карандаш.

Теоретические сведения:

Все машиностроительные заводы (рис. 2) делятся на две основные группы:

1. Заводы с полным производственным циклом.

2. Заводы с неполным производственным циклом.

Заводы с полным производственным циклом имеют в своем составе все основные производственные цепи, участвующие в изготовлении машин:

1. Заготовительные;
2. Обрабатывающие;
3. Сборочные.

Эти заводы могут быть разбиты на две подгруппы:

1. Заводы, выпускающие готовые машины;
2. Агрегатные заводы.

Агрегатные заводы могут быть также разделены:

1. Выпускающие агрегаты (двигатели, коробки скоростей);
2. Выпускающие узлы машин (рессоры, подшипники, колеса);
3. Изготавливающие детали машин (клапаны, пружины, зубчатые колеса).

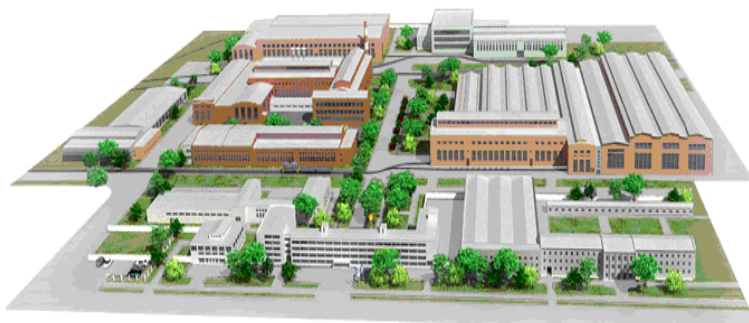


Рис. 2. План современного машиностроительного завода

Заводы с неполным производственным циклом имеют в своем составе не все основные производственные цехи. Эти заводы могут быть разбиты на три подгруппы:

1. Заводы, осуществляющие механическую обработку деталей из заготовок, поступающих с других предприятий, и сборку машин из этих деталей и других, полученных по кооперации;

2. Заводы, производящие только сборку машин из готовых деталей, узлов и агрегатов (сборочные заводы);

3. Заводы, выпускающие только заготовки — кузнечные заводы и литейные заводы.

Состав машиностроительного завода с полным циклом производства выпускаемой продукции условно можно разделить на три характерные группы:

1. Основные или производственные цехи.

2. Вспомогательные цехи.

3. Обслуживающие устройства.

К производственным цехам относятся:

1. Заготовительные цехи, к которым принадлежат литейные и кузнечные цехи;

2. Обработывающие цехи, в которые в зависимости от рода производства завода могут входить цехи холодной листовой штамповки, сварочные, термические, механической обработки, металлопокрытий, окрасочные;

3. Сборочные цехи.

К вспомогательным цехам относятся:

1. Инструментальные;

2. Инструментально-штамповые;

3. Модельные;

4. Упаковочные;

5. Экспериментальные и т.п.

Обслуживающие устройства включают:

1. Энергетические устройства: электростанции, ТЭЦ, котельные, электросети, паропроводы, воздухопроводы, газопроводы, нефтепроводы;

2. Транспортное устройство, в которое входят рельсовые и безрельсовые дороги и связанные с ними устройства и службы (мосты, виадуки, сортировочные станции), гаражи для автомобилей, автокаров, электрокаров, депо паровозов и моторовозов;

3. Санитарно-техническое обслуживание, куда входят сети для водоснабжения, канализации и теплофикации, насос-

ные станции и станции перекачки, водохранилище, водозаборные и водонапорные сооружения, очистные сооружения;

4. Склады готовой продукции и склады покупных изделий и материалов, формовочных и шихтовых материалов, отливок, поковок, моделей, топлива, инструмента и абразивов, масел и красок, бензина и керосина, сжатых газов, строительных материалов и огнеупоров, металлических отходов, оборудования;

5. Обще заводские устройства, к которым относятся заводоуправление, ЦЗЛ, проходные, конторы и помещения охраны, сторожевые пункты, пожарные депо, здания общественных организаций, столовые, учреждения медицинского обслуживания (поликлиники, амбулатории, цеховые медицинские пункты), заводские поселки, учебные учреждения.

Основные задачи проектирования машиностроительных предприятий

При проектировании предприятия одновременно разрабатывают и решают экономические, технические и организационные задачи, тесно связанные между собой: каждое техническое решение должно быть экономически обосновано и осуществлено при определенной организационной форме. К **экономическим задачам** относятся: установление производственной программы предприятия с указанием номенклатуры изделий, их количества, массы, стоимости одного изделия и всего количества по программе; выяснение, откуда будут снабжаться предприятия сырьем, материалами, полуфабрикатами, топливом, электроэнергией, водой, газом; определение и выбор на выгоднейшей географической точки расположения предприятия; определение необходимых размеров основных и оборотных средств, а так же себестоимости продукции и эффективности затрат; решение вопросов финансирования предприятия и кооперирования производства; составление плана развертывания производства; выяснение потребности в жилищном и социально-культурном строительстве и т.п.

К *техническим задачам* относятся: проектирование технологического процесса обработки сырья и полуфабрикатов; определение необходимого фонда рабочего времени и потребной рабочей силы; подбор и расчет количества основного производственного и вспомогательного оборудования; определение потребного количества сырья, материалов и топлива, а также потребного количества и способа снабжения предприятия энергией всех видов; разработка вопросов транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации; подсчет потребных площадей, планировка цехов – расположение оборудования и вспомогательных устройств и отделений; определение размеров, выбор типов и форм зданий, разработка их конструкций и всей строительной части, мероприятия по технике безопасности, ПВО и пожарной безопасности.

К организационным задачам относятся: разработка структуры управления заводом, его отделами и цехами; распределение функций и установление взаимной связи между отделами и отдельными должностными лицами административно-технического персонала; управление административной, технической финансово-хозяйственной частью; разработка вопросов по организации труда и рациональной организации рабочих мест; установление порядка прохождения заказа по цехам и всему заводу; мероприятия по подготовке кадров, обслуживанию рабочих и созданию благоприятных условий работы. При проектировании машиностроительных заводов следует иметь в виду, что в развитии машиностроения огромное значение имеют специализация производства и широкая кооперация предприятий.

Специализация предполагает сосредоточение большого выпуска определенных видов продукции на каждом предприятии; кооперация – обеспечение агрегатами, узлами, принадлежностями, различными приборами и устройствами и т. д.

Выполнение работы:

1. Подробно изучить состав и назначение основных производственных мощностей современного машиностроительного завода.

Лабораторная работа № 2. Определение потребного количества технологического оборудования

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться с технологическим оборудованием металлообрабатывающего участка машиностроительного завода. Определить состав и количество металлообрабатывающего оборудования.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;

Средства для эскизирования:

4. Линейка инструментальная;
5. Штангенциркуль;
6. Карандаш.

Теоретические сведения:

Подсчет количества оборудования

Количество оборудования на механическом участке рассчитывается по трудоемкости (по видам работ с учетом годовой программы выпуска):

$$C_P = \frac{T}{F_{\Sigma} \cdot K_B}, \quad (1)$$

где: Т – годовая трудоемкость по видам работ (операциям).

Фэ – годовой эффективный фонд времени работы одного станка в часах.

Кв – коэффициент выполнения норм. Кв = 1,1;

Ср – расчетное количество станков по операциям.

Фэ = ((Дк-Дв-Дпр)·Тс-Тсокр)·С·(1-а/100),

Здесь: Дк – количество календарных дней в году (365).

Дв - количество выходных дней в году (104).

Дпр - количество праздничных дней в году (8).

Тс – продолжительность рабочей смены (8,2).

Тсокр – количество часов сокращения рабочей смены в предпраздничные дни (6).

С – количество смен (2).

а - процент потерь времени работы на ремонт и регламентированные перерывы (3%).

Фэ = ((365-104-8)·8,2-6)·2·(1-3/100) = 4013 часов.

Количество станков для токарной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{21750}{4013 \cdot 1,1} = 4,93;$$

принимаем 5

Количество станков для фрезерной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{21750}{4013 \cdot 1,1} = 4,93;$$

принимаем 5

Количество станков для шлифовальной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{11310}{4013 \cdot 1,1} = 2,56;$$

принимаем 3

Количество станков для сверлильной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{11310}{4013 \cdot 1,1} = 2,56;$$

принимаем 3

Количество станков для строгальной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{6960}{4013 \cdot 1,1} = 1,58;$$

принимаем 2

Количество станков для зубонарезной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_s \cdot K_B} = \frac{6960}{4013 \cdot 1,1} = 1,58;$$

принимаем 2

Количество станков для долбежной операции:

$$C_p = \frac{T}{F_z \cdot K_B} = \frac{6960}{4013 \cdot 1,1} = 1,58;$$

принимаем 2

Коэффициент загрузки будет равен:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}}, \quad (2)$$

где

Спр – принятое количество оборудования.

Ср – расчетное количество станков по операциям.

Коэффициент загрузки оборудования для токарной опе-

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{4,93}{5} = 0,99;$$

рации:

Коэффициент загрузки оборудования для фрезерной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{4,93}{5} = 0,99;$$

операции:

Коэффициент загрузки оборудования для шлифовальной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{2,56}{3} = 0,85;$$

операции:

Коэффициент загрузки оборудования для сверлильной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{2,56}{3} = 0,85;$$

операции:

Коэффициент загрузки оборудования для строгальной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{1,58}{2} = 0,79;$$

операции:

Коэффициент загрузки оборудования для зубонарезной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{1,58}{2} = 0,79;$$

операции:

Коэффициент загрузки оборудования для долбежной

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{1,58}{2} = 0,79;$$

операции:

Общий коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пп}} = \frac{19,71}{22} = 0,9;$$

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций. Технически обос-

нованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства. На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

$$T_0 = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i, \quad (3)$$

где L - длина обработки, мм;

S - подача, мм/об;

n - частота вращения шпинделя, мин-1;

i - число рабочих ходов (проходов).

$$L = L_0 + L_1 + L_2, \quad (4)$$

где L_0 - длина обрабатываемой поверхности в направлении обработки, мм;

L_1 - длина врезания, мм;

L_2 - перебеж режущего инструмента, мм.

Расчеты необходимого количества оборудования на участке сводим в табл. 1.

Таблица №1

Номер операции	Наименование операции	Расчетное количество станков, Ср	Принятое количество станков, Спр	Годовая трудоемкость по операциям	Коэффициент загрузки оборудования, Кз
1	Токарная	4,93	5,00	21750	0,99
2	Фрезерная	4,93	5,00	21750	0,99
3	Шлифовальная	2,56	3,00	11310	0,85
4	Сверлильная	2,56	3,00	11310	0,85
5	Строгальная	1,58	2,00	6960	0,79
6	Зубонарезная	1,58	2,00	6960	0,79
7	Долбежная	1,58	2,00	6960	0,79
Итого		19,71	22,00	87000	0,90

График загрузки оборудования.

Сводная ведомость оборудования:

Средний коэффициент загрузки оборудования K_z ср= 0,86. Необходимые для выполнения лабораторной работы расчеты можно выполнить как вручную, так и с помощью специализированной программы, написанной в табличном процессоре Microsoft Excel (рис. 3).

Таблица № 2

Наименование оборудования	Кол-во станков	Модель оборудования	Габаритные размеры, м	Мощность станка, кВт		Цена, руб.	
				Одного	Всех	Одного	Всех
Токарно-винторезный	5	16K20Ф3	3,36x1,71x1,75	10	50	50895,00	254475
Вертикально-фрезерный	5	6P13Ф3	3,62x4,15x2,76	7,5	45	12081,79	72490,76
Вертикально-сверлильный	3	2М55	2,665x1,02x3,43	5,5	16,5	22970,34	68911,02
продольно-строгальный	3	7Б210	9,5x4,5x3,4	50	150	170412,20	511236,60
Зубофрезерный	2	53А80	2,897x1,18x2,25	12,5	25	25393,39	50786,78
Долбежный	2	7410	6,07x4,335x5,3	55	110	223429,75	446859,50
Плоскошлифовальный	2	3Д 723	4,6x2,17x2,13	17	51	56556,15	169668,46

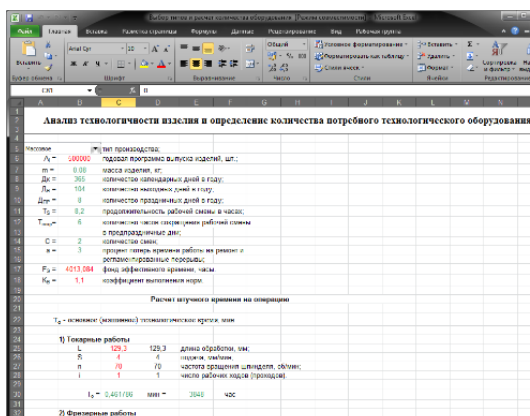


Рис. 3. График загрузки оборудования

Выполнение работы:

1. По выданному преподавателем варианту и определенному списку технологических операций подобрать виды и марку технологического оборудования.

2. Исходя из годовой программы выпуска изделия рассчитать необходимое количество технологического оборудования, определить коэффициент загрузки и построить график загрузки оборудования.

Лабораторная работа № 3. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования по основному времени для поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) производства

(4 часа)

Цель работы: изучить методику расчета количества станков в условиях автоматизированного производства.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;

Средства для эскизирования:

4. Линейка инструментальная;
5. Штангенциркуль;
6. Карандаш.

Теоретические сведения:

Стремление технологов и организаторов производства осуществить идеальный производственный процесс без применения ручного труда привело к созданию автоматических поточных линий, основанных на кинематической связи рабочих мест.

Станочной линией (рис. 4) называют систему машин, расположенных последовательно в соответствии с технологическим процессом изготовления данного изделия, узла или детали. Станки, размещенные в последовательности, требуемой для производства операции технологического процесса, образуют поточную станочную линию.

Передача деталей на поточных линиях может быть ручной или механической (транспортными средствами). Если в поточной автоматической линии только часть станков требует индивидуального обслуживания и все или часть станков соединены транспортными средствами, такую станочную линию называют полуавтоматической.

Станочную линию, на которой все станки, размещенные в порядке последовательности операций технологического процесса, работают автоматически и связаны транспортными средствами, называют автоматической. На такой линии рабочий-оператор только включает, выключает и настраивает линию, а также следит за ее работой. В зависимости от формы потока станочные линии делятся на постоянно-поточные и сменно-поточные.



Рис. 4. Автоматизированная поточная линия

Постоянно-поточные линии предназначены для обработки деталей одинаковых размеров и форм. Они высокопроизводительны, так как не требуют перенастройки. В их работе принимают участие все механизмы, из которых собраны линии.

Сменно-поточные линии предназначены для обработки деталей разных размеров из однородных материалов. Эти линии более универсальны, но требуют перенастройки для обработки деталей каждого размера, что снижает их производительность. Если на линии выполняется только часть операций, связанных с обработкой деталей или изделий, ее называют линией с незавершенным технологическим процессом. Под компоновкой станочных линий понимают комплекс работ по размещению оборудования и транспортных средств в соответствии с технологическим процессом. Таким образом, чтобы определить количество станков для выполнения одной операции в поточной линии c_0 , необходимо штучное время на ее выполнение разделить на величину такта выпуска, т. е.

$$c_0 = \frac{t_{\text{шт}}}{t_{\text{в}}}, \quad (8)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время, мин;

$t_{\text{в}}$ – такт выпуска деталей с поточной линии, мин.

Величина такта выпуска при поточно-массовом производстве определяется согласно формуле (9)

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot m}{D} \quad (9)$$

Подставив величину такта выпуска в формулу (8) получим количество станков для выполнения одной операции в поточной линии

$$c_0 = \frac{t_{\text{шт}} D}{60 F_{\text{д}} m} = \frac{t_{\text{шт}}}{60 F m k} \quad (10)$$

Если количество станков для данной операции получится дробным (или целым числом с дробью), оно округляется в сторону увеличения до целого числа, называемого принятым числом станков s_0 . Общее количество станков в поточной линии $S_{\text{п}}$ обработки данной детали (или группы деталей при переменном поточном производстве) определяется как сумма принятых для отдельных операций количеств станков s_0 , т.е.

$$S_{\text{п}} = \sum_i^t s_0 \quad (11)$$

Выполнение работы:

1. По выданному преподавателем варианту и определенному ранее штучному времени изготовления изделия определить количество станков для условий поточного производства.

Лабораторная работа № 4. Характеристики и особенности применения промышленных контроллеров при автоматизации технологических и производственных процессов

(4 час)

Цель работы: ознакомиться с характеристиками и особенностями промышленных контроллеров при автоматизации технологических и производственных процессов.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;
4. Микроконтроллер Arduino.
5. Arduino IDE.

Теоретические сведения:

На основе разработанных на кафедре АОМП ФГБОУ ВО ВГТУ средств автоматизации производственных и технологических процессов ознакомимся с особенностями программирования контроллеров, в качестве которых для моделирования при создании прототипов применяются микроконтроллеры Arduino, которые представляют собой одно-



Рис. 5.

общаться с присоединенными к ней модулями (шилдами), используя последовательный протокол.

Последовательные протоколы — это коммуникационные протоколы, в которых каждый бит передается / принимается по очереди один за другим. Контакты 2 и 3 могут быть также использованы в качестве прерываний.

Прерывание — это электрический сигнал на дискретном входе, который прерывает текущую программу процессора при наступлении заданного логического состояния. Прерывания также существуют и у процессоров обычных компьютеров. После наступления прерывания процессор сохраняет свое состояние в памяти и откладывает выполнение программы, перескакивает на выполнение обработчика прерывания: короткий кусок программного кода, необходимый для обслуживания прерывания.

После завершения процессор возобновляет статус, который он имел перед приходом прерывания, и возобновляет выполнение программы. Контакты 3, 5, 6, 9, 10 и 11 могут использоваться как выходы ШИМ (широтно-импульсной модуляции PWM) и имеют некоторые аналоговые настройки. Соответственно, их ячейки памяти содержат значения между 0 и 255. К контроллеру подключаются различного рода датчики, позволяющие оценивать состояние окружающей среды и устройства управления. Программируются контроллеры Arduino в среде Arduino IDE (рис. 7).

Микроконтроллер ATmega328 поставляется с записанным загрузчиком, облегчающим запись новых программ без использования внешних программаторов. Связь осуществляется оригинальным протоколом STK500. Также имеется возможность не использовать загрузчик и запрограммировать микроконтроллер через выводы ICSP (внутрисхемное программирование).

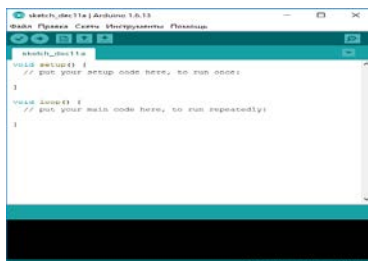


Рис. 7. Среда программирования контроллеров
Arduino IDE

Язык программирования устройств **Arduino** основан на C/C++. Он прост в освоении, и на данный момент **Arduino** — это, пожалуй, самый удобный способ программирования устройств на микроконтроллерах.

Язык Arduino можно разделить на три раздела: *операторы*, *данные* и *функции*.

Выполнение работы:

1. С помощью наглядных пособий и ресурсов сети Internet ознакомьтесь с устройством контроллеров и подключаемым к ним датчиков и устройств управления.

Лабораторная работа № 5. Светосигнальное оборудование, применяемое на автоматизированном производственном участке

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться с устройствами, применяемыми для визуального контроля текущего режима работы основного и вспомогательного технологического оборудования автоматизированного производства.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;

3. Пакет офисных программ Microsoft Office;
4. Микроконтроллер Arduino.
5. Arduino IDE.

Теоретические сведения:

Светосигнальное оборудование (рис. 4) необходимо для организации системы светового оповещения на промышленных предприятиях. Светосигнальное оборудование предназначено для создания промышленных систем управления оборудованием, предупреждения персонала и аварийной защиты. Оборудование информирует о текущем состоянии рабочего оборудования и сигнализирует о возникновении внештатных ситуаций. В общем виде светосигнальное оборудование предназначено для информационной, индикаторной и предупредительной сигнализации персоналу о текущем режиме работы автоматизированного оборудования.

Информационная сигнализация необходима для обозначения определенных рабочих зон, направления аварийных выходов и других указателей;

Индикаторная сигнализация позволяет отслеживать текущие состояния рабочего оборудования и рабочих зон; **Предупредительная сигнализация** предупреждает о возможности возникновения опасности;

Аварийная сигнализация оповещает о возникновении опасной ситуации и требует немедленного принятия мер. Для работы используют световые сигналы нескольких основных цветов, информирующих о различных состояниях: *красный* – для сигнализации об опасности и тревоги,

желтый – для привлечения внимания,

зеленый – для обозначения нормальных состояний оборудования и безопасных рабочих зон,

синий и белый цвета – для обозначения других состояний.

Светодиодная сигнальная колонна (рис. 8 а) служит для световой и звуковой сигнализации состояния оборудования, подачи разрешительных или запрещающих световых

сигналов и предупреждения персонала об аварийных и чрезвычайных ситуациях связанных с безопасной работой оборудования.



а) светосигнальные колонны



б) проблесковые маячки



в) светосигнальные лампы



г) заградительные огни

Рис. 8. Наиболее распространенные виды светосигнального оборудования

Проблесковые маячки (рис. 8 б) бывают двух основных типов – стационарные и устанавливаемые на автотранспорт. Стационарные маячки имеют степень защиты IP42 и предназначены для установки в производственных помещениях или местах, где отсутствует вероятность попадания на них струй и брызг воды. Проблесковые маячки питаются постоянным напряжением 12/24 Вольт или переменным напряжением 220 Вольт. В настоящее время имеются светодиодные маячки и маячки с лампами накаливания.

Световые маячки для установки на автотракторную технику обеспечивают высокую степень защиты от воздействия окружающей среды и могут быть установлены как на спецтехнику, так и на производственное оборудование, работающее в сложных условиях окружающей среды или на улице. Маячки проблесковые для спецтехники и улицы поставляются на 12...24 Вольт и 220 Вольт. Доступны для заказа приборы оранжевого (желтого) цвета, синего и красного. Проблесковый маячок светодиодный или механический для автотранспорта в качестве источника света использует

светодиоды, фарные, галогенные или стробоскопические лампы.

Светосигнальные лампы позволяют контролировать технологические процессы на производствах с помощью световой индикации.

Заградительные огни представляют собой важные средства обеспечения безопасности промышленных и не только объектов. В темное время суток использование заградительных огней в зонах использования воздушного транспорта необходимо.

Для работы с контроллерами Arduino в качестве светосигнального оборудования могут применяться светодиодные модули различного конструктивного устройства и исполнения. Общим для этих модулей является простота подключения и программирования.



а) простой светодиод с управляющим контактом и резистором



б) RGB светодиод с управляющими контактами, соответствующими красному, зеленому и синему цветам



в) модуль из трех светодиодов

Рис. 9. Основные виды светодиодных модулей, применяемых с контроллерами Arduino

Подключаются такие модули простым соединением устройства посредством проводов с контроллером. Программируются такие модули то же достаточно просто. Пример программы управления светодиодом рассмотрим ниже, на рис. 10. Далее рассмотрим, как работает эта программа и какой будет результат её работы после прошивки контроллера. Вначале идет блок работы с переменными, которая будет сле-

доть за тем, к какому цифровому порту подключен светодиод. В нашем случае это переменная LED и 10-ый порт контроллера, который можно изменить на любой другой из 13-ти.

```
int Led=10;  // Определяем порт для подключения светодиода
```

```
void setup() {  
  Serial.begin (9600);  // подключаем монитор порта  
  pinMode(Led, OUTPUT);  // задаем режим работы порта  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(Led, HIGH); // включаем светодиод  
  delay(1000);  
  digitalWrite(Led, LOW); // выключаем светодиод  
}
```

Рис. 10. Программа управления светодиодными модулями

В процедуре настройки (void setup) программы откроем доступ к монитору порта, в котором можно следить за текущим состоянием подключенного устройства и установим режим работы порта, которому подключен светодиод на вывод – OUTPUT.

В процедуре настройки (void loop) программы происходит управление состоянием режимов работы подключенным оборудованием в зависимости от внешних условий или значений управляющих факторов. В нашем примере выполняется мигание светодиодом подачей питания (HIGH), задержкой текущего состояния (delay) и снятие питания (LOW). Временной интервал задается в миллисекундах.

Выполнение работы:

1. Ознакомится с устройством светодиодных модулей контроллеров Arduino и основами их программирования.

Лабораторная работа № 6. Серводвигатели и особенности программирования

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться с устройством и возможностями серводвигателей, применяемых для моделирования средств автоматизации производственных и технологических процессов.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;
4. Микроконтроллер Arduino.
5. Arduino IDE.

Теоретические сведения:

Наиболее часто с контроллерами Arduino применяются серводвигатели типа SG90, которые предназначены для моделирования управляемого вращательного движения. При этом само движение может осуществляться в любую сторону на любой из углов работы серводвигателя, которые могут быть $90^0/180^0$, 270^0 и 360^0 . Общий вид серводвигателя SG90 показан на рис. 11. **Сервопривод** – это такой вид привода, который может точно управлять параметрами движения



Рис. 11. Общий вид серводвигателя SG90

Другими словами, это двигатель, который может повернуть свой вал на определенный угол или поддерживать непрерывное вращение с точным периодом. Схема работы сервопривода (рис. 12) основана на использовании обратной связи

(контура с замкнутой схемой, в котором сигнал на входе и выходе не согласован).



Рис. 12. Конструктивное устройство сервопривода

В качестве сервопривода может выступать любой тип механического привода, в составе которого есть датчик и блок управления, который автоматически поддерживает все установленные параметры на датчике. Конструкция сервопривода состоит из двигателя, датчика позиционирования и управляющей системы. У большинства сервоприводов связующим звеном между валом и внешними элементами является шестеренка, поэтому очень важно, из какого материала она сделана. Наиболее доступных вариантов два: металлические или пластмассовые шестерни. В более дорогих моделях можно найти элементы из карбона и даже титана.



а) простые пластиковые



б) металлические

Рис. 13. Типы шестерен, применяемых в серводвигателях

Основной задачей таких устройств является реализация в области сервомеханизмов. Также сервоприводы нередко используются в таких сферах как обработка материалов, производство транспортного оборудования, обработка древесины, изготовление металлических листов, производство стройматериалов и другие. В проектах Arduino серво часто используется для простейших механических действий:

1) повернуть датномер или другие датчики на определенный угол, чтобы измерить расстояние в узком секторе обзора робота.

2) сделать небольшой шаг ногой, движение конечностью или головой.

3) для создания роботов-манипуляторов.

4) для реализации механизма рулевого управления.

5) открыть или закрыть дверку, заслонку или другой предмет.

Далее рассмотрим значение проводов и техническую характеристику серводвигателя. Коричневый провод – земля (ground, подключается к пину GND на плате Arduino). Красный провод – питание +5 V (подключается к пину 5V на плате Arduino). Желтый провод – сигнал управления (подключается к цифровому пину Arduino). Технические характеристики сервопривода SG90 (Micro Servo 9g):

- рабочее напряжение: от 3V до 7.2V (Вольт).

- размеры устройства: 22mm x 11.5mm x 22.5mm.

- вес: 9 грамм.

- температура использования: от -30 до +60 0C.

Для управления серводвигателями вначале необходимо подключить библиотеку Servo, которая облегчает работу с различными сервоприводами и значительно упрощает программный код. Для программирования используется программное обеспечение Arduino.

```
#include <Servo.h>
```

Затем, объявляем сервопривод.

```
Servo myservo;
```

В разделе setup() назначаем пин управления сервоприводом. Здесь используем цифровой пин номер 9. Схема подключения серводвигателя SG90 показана на рис. 14.



Рис. 14. Схема подключения серводвигателя SG90

Выполнение работы:

1. Изучить назначение, устройство и технические характеристики серводвигателя SG90.
2. Написать управляющую программу работой серводвигателя SG90 с индикацией текущего состояния с помощью светодиодных модулей.

Лабораторная работа № 7. Изучение и проектирование прототипов средств автоматизации технологических и производственных процессов

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться с прототипами средств автоматизации производственных и технологических процессов, изучить схему правления и особенности программирования.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;
4. Микроконтроллер Arduino.
5. Arduino IDE.

Теоретические сведения:

На основе контроллеров Arduino и различных устройств с датчиками можно построить прототипы различных средств автоматизации производственных и технологических процессов, которые позволят отработать основные элементы устройств и программу управления. Рассмотрим пример прототипа конвейера ленточного автоматизированного, созданного на кафедре «Автоматизированного оборудования машиностроительного производства» ФГБОУ ВО ВГТУ.

Конвейер ленточный автоматизированный (рис. 15) представляет собой транспортирующую машину для перемещения в горизонтальном и наклонном направлениях насыпных и штучных грузов непрерывным потоком без остановок на загрузку и выгрузку. Тяговым (и одновременно грузонесущим) органом такого конвейера является закольцованная вокруг концевых барабанов лента.

Конвейер может эксплуатироваться в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от $+5$ до $+45^{\circ}\text{C}$. Изделие изготавливается в климатическом исполнении У, категории размещения 3 по ГОСТ 15150.



Рис. 15. Основные части модели конвейера ленточного

Схема кинематическая и принципиальная электрическая конвейера показана на рис. 16.

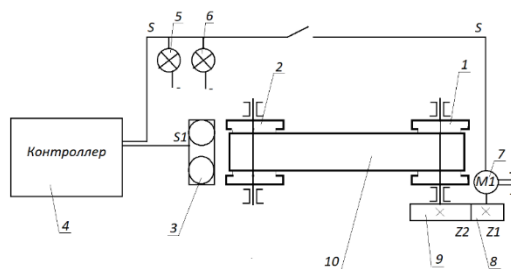


Рис. 16. Схема кинематическая и принципиальная электрическая: 1 – барабан приводной; 2 – барабан не приводной; 3 – датчик ультразвуковой; 4 – управляющий контроллер; 5, 6 – лампы сигнальные; 7 – серводвигатель; 8 – шестерня зубчатая; 9 – колесо зубчатое; 10 – лента

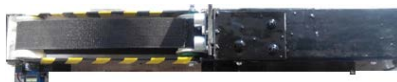
Техническая характеристика конвейера дана в табл. № 3.

Таблица № 3

№	Параметр	Значение
1	Габариты конвейера, мм	260x80x80
2	Напряжение питания, В	9...12
3	Длина ленты, мм	500...510



а) вид сбоку (фронтальный)



б) вид сверху

Рис. 17. Общий вид прототипа конвейера ленточного автоматизированного

Выполнение работы:

1. Изучить устройство и принцип работы конвейера ленточного автоматизированного;
2. Замерить время и скорость перемещения груза;
3. Разобраться с параметрами управляющей программы.

Лабораторная работа № 8. Автоматизация производственных процессов и построение циклограммы робото-технических комплексов.

(4 часа)

Цель работы: ознакомиться с составом и назначением средств автоматизации производственных процессов применительно к металлообрабатывающим робототехническим комплексам.

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;

Средства для эскизирования:

4. Линейка инструментальная;
5. Штангенциркуль;
6. Карандаш.

Теоретические сведения:

Управление автоматизированными перемещениями пинолей, прижимов, зажимных элементов приспособлений и другой оснастки подобного назначения должно иметь блокировку, допускающую перемещение этих элементов только при исходном положении инструмента и при отсутствии вращения заготовки, поддерживаемой этими элементами.

Автоматические устройства для контроля должны выполнять измерения в процессе обработки и управлять режимом работы основного технологического оборудования. Применение тех или иных методов автоматического контроля должно зави-

сеть от следующих основных факторов: требуемой точности обработки; формы и размеров измеряемых деталей; требуемой производительности и экономичности.

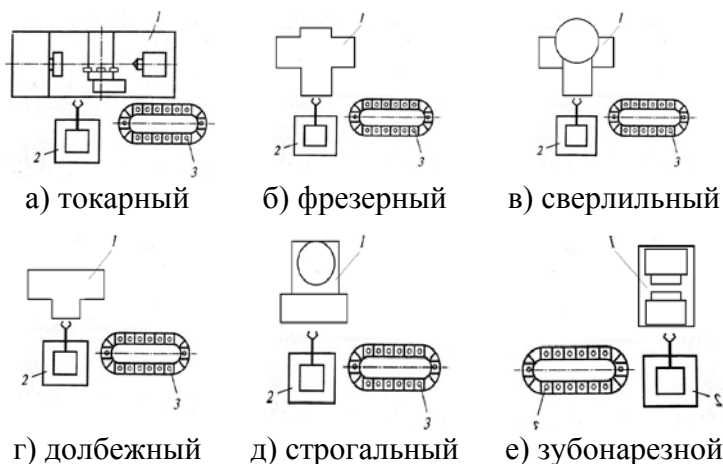


Рис. 18. Структура РТК

Циклограмму будем строить для простейших РТК, состоящих из тактового стола, промышленного робота и металлообрабатывающего станка, структура которых показана на рисунках № 3 при помощи программы «**циклограмма.xls**». Исходными данными являются масса детали, время обработки заготовки, сек, время обработки на первом перестанове, сек и время обработки после перестанова.

Меняя эти параметры остальные вычисляются автоматически, так же автоматически происходит перестроение диаграммы. Суммарное время обработки берется из работы №1 для выбранной ранее детали.

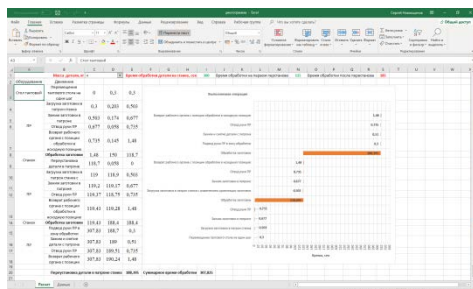


Рис. 19. Программа «Циклограмма»

Выполнение работы:

Для выполнения работы необходимо сделать следующее:

1. Выбрать средства автоматизации технологического процесса изготовления детали-представителя, дать их краткую характеристику. Предоставить информацию в виде перечня в таблице;
2. Составить ориентировочную компоновку участка изготовления изделия в условиях автоматизированного производства в составе робототехнического комплекса.
3. Построить диаграмму Ганта для выбранного металлообрабатывающего оборудования.

Лабораторная работа № 9. Составление отчета по выполненным работам.

(4 час)

Цель работы: изучить требования и методику составления отчета, выполнить и представить отчет

Технические средства и программное обеспечение:

1. IBM-PC или совместимый компьютер;
2. Операционная система Microsoft Windows;
3. Пакет офисных программ Microsoft Office;
4. Микроконтроллер Arduino.
5. Arduino IDE.

Теоретические сведения:

Отчет по работе оформляется на бумаге стандартного формата (формат А4). Тема отчета формулируется на основе темы выпускной квалификационной работы.

Коллективное составление и сдача отчетов не допускается. Отчет по практическим работам должен быть выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 или выше и содержать: титульный лист (рис. 19), название темы работы, цели работы, перечень технических и программных средств, необходимых для выполнения практической работы; краткое описание исследуемого вопроса; алгоритм программы; исходные данные варианта; распечатку полученных в ходе расчета значений; выводы, содержащие анализ проведенной работы.

В выводах дается краткое объяснение сущности полученных результатов. Выводы должны быть краткими и отвечать на вопросы, поставленные в практической работе.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ

КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ОТЧЕТ

По выполнению практических работ по дисциплине
«Автоматизация высокотехнологичных производств»
на тему
« »

Разработал студент(ка) гр. мМП-
« » _____

Принял ст. преподаватель кафедры «Автоматизированного оборудования машиностроительного производства»

« » _____ С. Л. Новокщенов

Воронеж 202_

Рис. 20. Пример оформления титульного листа отчета

Выполнение работы:

По указанию преподавателя оформить отчет по проделанным работам с соблюдением требований, установленных в теоретических сведениях практической работы № 3.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практические работы выполняются под руководством и по заданию преподавателя. Темы практических работ:

- 1) Качественные показатели машиностроительной продукции;
- 2) Модернизация производственных процессов;
- 3) Автоматизация этапов обработки деталей;
- 4) Автоматизация подготовки технологических процессов;
- 5) Создание цифрового предприятия;
- 6) Автоматизация управления производством;
- 7) Программирование одноплатных компьютеров;
- 8) Оперативно-производственное планирование;
- 9) Бесконтактные измерительные системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пачевский, В. М. Технологии автоматизированных машиностроительных производств: учеб. пособие / В. М. Пачевский, Ю. Э. Симонова; ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж: ВГТУ, 2015.

2. Оборудование машиностроительных производств: лабораторный практикум / С. Л. Новокшенов, С. Н. Яценко - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018.

3. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В. Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. –352 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение – 1, 2003. – 912 с.

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение – 1, 2003. – 944 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	6
ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ	7
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ	СТУДЕНТОВ В
ЛАБОРАТОРИИ	8
Лабораторная работа № 1. Современная концепция машиностроительного предприятия. Виртуальная экскурсия	8
Лабораторная работа № 2. Определение потребного количества технологического оборудования	13
Лабораторная работа № 3. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования по основному времени для поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) производства.....	18
Лабораторная работа № 4. Характеристики и особенности применения промышленных контроллеров при автоматизации технологических и производственных процессов	21
Лабораторная работа № 5. Светосигнальное оборудование, применяемое на автоматизированном производственном участке.....	24
Лабораторная работа № 6. Серводвигатели и особенности программирования	29
Лабораторная работа № 7. Изучение и проектирование прототипов средств автоматизации технологических и производственных процессов	32
Лабораторная работа № 8	8
Автоматизация производственных процессов и построение циклограммы робото-технических комплексов	35
Лабораторная работа № 9. Составление отчета по выполненным работам	37
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.....	39
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	39

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных и практических работ
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств») очной и заочной форм
обучения

Составитель

Новокщенов Сергей Леонидович

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 15.11.2021.
Уч.-изд. л. 2,5.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026, Воронеж, Московский просп., 14