

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**29/1/1**

Одобрено кафедрой  
«Железнодорожный путь,  
машины и оборудование»

Утверждено деканом  
факультета «Транспортные  
сооружения и здания»

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

Рабочая программа и задание на контрольную работу  
с методическими указаниями  
для студентов V курса

специальности

**270102 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВО (ПГС)**



Москва – 2008

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования на основании примерной учебной программы дисциплины «Строительные машины» в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство (ПГС).

С о с т а в и т е л ь — канд. техн. наук, доц. А.Н. Турбин

Р е ц е н з е н т — канд. техн. наук, доц. Е.П. Щеблыкин

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

## 1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Предметом изучения дисциплины являются теоретические основы и практические навыки использования, содержания и обеспечения работоспособности машин, применяемых в гражданском и промышленном строительстве.

1.2. Главной задачей дисциплины является вооружение студентов научно обоснованной системой знаний и умений, позволяющей освоить основы устройства, принципы действия строительных машин, связь их устройства с технологией производства строительных работ в промышленном и гражданском строительстве при возведении зданий и сооружений на железнодорожном транспорте.

1.3. Основной целью изучения дисциплины «Строительные машины» является подготовка специалистов с высшим специальным образованием, умеющих эффективно использовать строительные машины в конкретных условиях строительного процесса.

1.4. Учебные цели дисциплины определяются кругом знаний, формирующих специалиста инженерно-строительного профиля, что достигается комплексным подходом к изучению теоретических и практических вопросов, обеспечивающих необходимую сумму знаний и умений.

Достижение учебных целей обеспечивается изложением устройства и принципов действия строительных машин, физической сущности явлений, происходящих при их эксплуатации, технико-экономических свойств машин, методов подбора типов машин и их комплексов для выполнения заданных технологических процессов и основных принципов автоматизации строительных машин.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен:

### *2.1. Иметь представление:*

- о деталях машин, видах и принципах их соединения;
- видах передачи механической энергии;

- об основных элементах строительных машин и механизмов;
- основных приборах автоматики.

### **2.2. Знать и уметь использовать:**

- основы устройства и принципы действия строительных машин;
- методы подбора средств механизации строительных работ;
- методы определения производительности машин и изыскания, резервов ее повышения;
- рациональные способы автоматизации рабочих процессов строительных машин.

### **2.3. Иметь опыт:**

- определения параметров свойств строительных машин;
- подбора комплексов строительных машин и оборудования в зависимости от технологии производства работ.

## **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс — V
Общая трудоемкость дисциплины	110	110
Лекции	4	4
Лабораторный практикум	12	12
Самостоятельная работа:	79	79
Контрольная работа	15	1
Вид итогового контроля		Экзамен, зачет

## **4. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Раздел 1	2	6
2	Раздел 2	2	6

#### ***4.1. Введение в дисциплину***

Краткий обзор развития строительной техники в РФ. Роль машин и средств малой механизации в повышении производительности труда, сокращении сроков и улучшении качества в промышленном и гражданском строительстве. Прогрессивные направления развития строительных машин.

### **Раздел 1**

#### ***4.1.1. Общие сведения о строительных машинах***

Классификация строительных машин. Разделение машин на классы, группы, типы, типоразмеры по технологическому назначению, конструктивным решениям и технико-экономическим параметрам. Буквенная и цифровая индексация машин. Разделение строительных машин по режиму работы — машины циклического и непрерывного действия; по роду используемой энергии и степени подвижности, конструктивные схемы строительных машин, их основные элементы. Унификация, агрегатирование и стандартизация строительных машин. Общие требования, предъявляемые к строительным машинам: конструктивные, эксплуатационные, экономические. Эксплуатационные характеристики машин. Производительность машины: конструктивная, техническая и эксплуатационная. Маневренность машины. Устройство машины. Основные узлы и агрегаты машины. Рабочее оборудование и рабочий орган машины. Силовое оборудование (привод) машины. Виды силового оборудования: электродвигатели и двигатели внутреннего сгорания, гидравлический и пневматический приводы. Силовые установки с одним двигателем и комбинированные. Приводы одно- и много моторные, комбинированные дизель-гидравлические, электрические и пневматические приводы. Трансмиссии: механические, гидравлические и электрические. Ходовые устройства, колесные и гусеничные движители. Основы тягового расчета. Системы управления. Виды систем управления и их влияние на производительность машиниста. Общие правила техники безопасности, относящиеся к работе

любых строительных машин, и специфические, относящиеся только к определенному типу машин.

#### ***4.1.2. Транспортные средства***

Машины транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные. Тракторы колесные и гусеничные, их типоразмеры. Автомобили. Подразделение автомобилей в зависимости от типа двигателя и функционального назначения (бортовые, автосамосвалы, специализированные). Тягачи и прицепы гусеничные и колесные. Специальные колесные тягачи, их агрегатирование с различными полуприцепами. Тяговый расчет транспортных средств. Средства воздушного (вертолеты и дирижабли) и водного транспорта. Средства непрерывного транспортирования грузов. Ленточные транспортеры (конвейеры) подвижные и стационарные. Цепные конвейеры: пластинчатые, скребковые, ковшовые и элеваторы. Производительность конвейеров. Спускные самотечные гравитационные устройства. Оборудование для пневматического транспорта. Бункеры, затворы и питатели. Погрузочно-разгрузочные средства. Виды погрузчиков и разгрузчиков. Вилочные и одноковшовые погрузчики, погрузчики непрерывного действия. Область применения. Механические и пневматические разгрузчики платформ и полувагонов.

#### ***4.1.3. Грузоподъемные машины и оборудование***

Простые (вспомогательные) грузоподъемные машины и механизмы. Домкраты, строительные лебедки. Назначение и привод лебедок. Тали ручные и электрические. Строительные подъемники. Свободно стоящие мачтовые подъемники. Грузопассажирские, ковшовые (скиповые) и шахтные подъемники. Специальные подъемные устройства — монтажные вышки и гидropодъемники. Производительность подъемников. Строительные краны, классификация строительных кранов. Рабочие органы кранов (стреловое оборудование, грузозахватные приспособления). Крановые механизмы: подъема груза, подъема стрелы, передвижения, вращения поворотной части и крана. Легкие переносные краны. Подъемники, консольно-

балочные краны. Стреловые стационарные краны: мачтовые, вантовые мачтово-стреловые, область их применения. Строительные башенные краны, классификация кранов. Технические характеристики кранов. Башенные краны с неподвижной башней и поворотной башней. Монтаж, демонтаж и транспортирование. Выбор кранов по техническим параметрам. Башенные краны для высотного строительства: самоподъемные, приставные, специальные для промышленного строительства. Самоходные стреловые краны: автомобильные, пневмоколесные и гусеничные, в том числе и на тракторной базе. Гидравлические краны с телескопическими стрелами. Козловые краны. Устройство и область применения кранов. Специальные краны — трубоукладчики. Основные параметры кранов. Рабочее оборудование. Техническая эксплуатация строительных кранов. Грузовая и собственная устойчивость кранов. Безопасность эксплуатации кранов контрольно-предохранительные устройства: анемометры, противоугонные захваты, ограничители, упоры, устройства для определения вылета стрелы, указатели крена, ограничители грузоподъемности. Выбор крана по техническим характеристикам. Определение технической и эксплуатационной производительности кранов.

#### ***4.1.4. Машины для механизации земляных работ***

Общие сведения о машинах для механизации земляных работ. Физико-механические свойства грунтов. Соппротивление грунтов при резании и копании. Механизация подготовительных работ — рыхлители, кусторезы и корчеватели. Землеройно-транспортные машины. Назначение, область применения и классификация. Рабочий процесс. Требования, предъявляемые к землеройно-транспортным машинам. Бульдозеры. Назначение и область применения бульдозеров. Рабочий цикл. Технологические схемы работы бульдозера. Рациональные схемы резания и перемещения грунта. Скреперы. Назначение и область применения скреперов, конструктивные схемы и рабочий орган скреперов. Управление рабочим органом, способы заполнения и разгрузки ковша. Принцип действия и рабочий цикл скрепера. Технология скреперных работ, общее сопро-

тивление при наборе грунта скрепером; выбор оптимальной глубины и ширины стружки грунта; работа двух спаренных скреперов. Производительность скрепера. Техника безопасности при работе скреперов. Грейдеры и грейдер-элеваторы. Назначение и область применения, классификация. Устройство рабочего органа. Технология производства работ. Экскаваторы. Назначение и область применения, классификация. Сменное рабочее оборудование универсальных строительных экскаваторов. Одноковшовые экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, канатные и гидравлические. Рабочий цикл. Одноковшовые экскаваторы, оборудованные драглайном. Рабочий цикл. Область применения. Методы разработки грунта одноковшовыми экскаваторами.

Многоковшовые экскаваторы. Назначение и область применения. Классификация. Производительность. Экскаваторы продольного копания. Экскаваторы поперечного копания. Размыв грунта гидромониторами. Оборудование: гидромониторы, насосы, водоводы и пульповоды (лотки). Уплотнение грунтов, классификация машин для уплотнения грунтов. Машины для уплотнения фунтов каткового типа, ударного и вибрационного действия. Технология производства работ при уплотнении отсыпаемых грунтов. Подземная бестраншейная проходка грунтов: щитовой способ проходки и проходка продавливанием грунта. Техника безопасности и охрана окружающей среды при механизированном производстве земляных работ.

#### ***4.1.5. Машины для сваебойных работ***

Виды сваебойного оборудования, комплект сваебойной установки. Классификация свайных молотов. Устройство и принцип действия. Оборудование вибрационного и виброударного действия для погружения свай.

#### ***4.1.6. Машины для приготовления, транспортирования, укладки бетонных смесей и строительных растворов***

Машины для дробления, сортировки и мойки каменных материалов, для приготовления, транспортирования бетонов и растворов и уплотнения бетонной смеси, для отделочных

работ. Стационарные и передвижные бетоно- и растворосмесители. Смесительные машины циклического и непрерывного действия. Гравитационные смесители циклического действия с грушевидным двухконусным барабаном и непрерывного действия. Смесители принудительного перемешивания циклического действия: противопоточные, роторные и турбулентные. Смесители принудительного перемешивания непрерывного действия. Дозирование бетонных смесей и растворов: весовые, порционные и автоматические дозаторы. Дозаторы непрерывного действия. Режим работы и производительность смесителей. Автоматизированные бетонные заводы. Транспортирование бетонных смесей и растворов.

Производительность бетоно- и растворонасосов. Укладка и уплотнение бетонных смесей. Вибраторы.

#### ***4.1.7. Средства малой механизации***

Назначение и классификация средств малой механизации. Компрессорные станции и пневматический инструмент. Электрические станции и электроинструмент. Моторизованный ручной инструмент. Средства механизации с гидравлическим приводом. Передвижные установки для бурения шпуров и скважин. Основы применения средств малой механизации для ведения строительных работ.

## **Раздел 2**

### ***4.2.1. Общие принципы построения и функционирования автоматических систем управления машинами и технологическими процессами***

Основные понятия об автоматике, телемеханике и автоматизации, их назначение и задачи в техническом прогрессе производства. Технические основы автоматизации производства. Экономические основы автоматизации производства. Надежность автоматических устройств.

#### ***4.2.2. Технические средства автоматизации***

Элементы автоматических устройств. Основные схемы электрических измерений: мостовые, дифференциальные, компенсационные. Чувствительные элементы автоматики (датчики), их назначение, классификация датчиков, их назначение, область применения, принцип действия и устройство. Усилительные устройства автоматики, их назначение, классификация, область применения, принцип действия и устройство. Исполнительные устройства автоматики, их назначение, классификация, область применения, принцип действия и устройство.

#### ***4.2.3. Системы автоматики***

Классификация систем автоматики. Системы автоматического регулирования (САР). Основные положения, законы регулирования. Стабилизирующие, программные, следящие и самонастраивающиеся системы. Элементы САР, применяемые в строительстве. Системы автоматического управления (САУ). классификация систем управления, компенсационные и программные САУ. Применение в строительстве САУ. Системы автоматического контроля (СА). Классификация, их элементы. Системы автоматического измерения, сигнализации и выбраковки. Применение систем автоматического контроля в строительстве.

#### ***4.2.4. Автоматизация машин для выполнения землеройно-транспортных работ***

Основные направления автоматизации землеройно-транспортных работ. Автоматизация управления одноковшовыми и многоковшовыми экскаваторами. Автоматизация рабочих процессов бульдозеров, автогрейдеров, скреперов и планировочных машин. Автоматизация управления землесосными снарядами.

#### ***4.2.5. Автоматизация монтажных и погрузочно-разгрузочных работ***

Основные направления автоматизации управления башенными, башенно-стреловыми и стреловыми кранами. Про-

граммно-дистанционное управление кранами. Автоматизация кранового оборудования, устройства для автоматической установки деталей в проектное положение и сочленения отдельных деталей. Автоматические грузозахватные приспособления. Устройства и системы автоматизации для предупреждения аварий кранов от перегрузок, ветровых нагрузок, при работе на уклоне и под линиями электропередач. Приборы для учета производительности кранов. Автоматизация отдельных погрузочно-разгрузочных механизмов и складов различных строительных материалов.

#### ***4.2.6. Автоматизация бетонных и железобетонных работ на заводах и карьерах стройиндустрии***

Основные направления в автоматизации производства товарного бетона. Общие схемы автоматизации заводов-автоматов товарного бетона непрерывного действия. Автоматическое управление тепловлажностной обработкой бетонных изделий. Автоматизация изготовления арматурных сеток.

### **4.3. Лабораторный практикум**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Физическое моделирование рабочих процессов землеройно-транспортных машин
2	1	Определение категории грунта с использованием ударника ДорНИИ
3	1	Исследование основных параметров элементов гидравлических систем строительных машин
4	2	Исследование фотоэлектрических датчиков и фотореле
5	2	Исследование характеристик электромагнитных реле
6	2	Автоматическое регулирование температуры при тепловлажностной обработке бетонных изделий в камере пропаривания

### **4.4. Практические занятия**

Не предусмотрено.

## 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа на тему: «Строительные машины. Основы автоматизации рабочих процессов строительных машин».

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### *Основная*

1. Доценко А. И. Строительные машины и основы автоматизации. — М.: Высшая школа, 1995.
2. Ерёмин В. П. Управление техническими системами. — М.: РГОТУПС, 2003.
3. Добронравов С. С., Дронов В. Г. Строительные машины и основы автоматизации. — М.: Высшая школа, 2003.

#### *Дополнительная*

4. Зеленский В. С. и др. Автоматическое управление строительными и дорожными машинами. — М.: Стройиздат, 1993.
5. Гальперин М. И., Домбровский Н. Г. Строительные машины. — М.: Высшая школа, 1980.
6. Манаков Н. А. и др. Строительная, дорожная и специальная техника. Краткий справочник. — М.: АО «Профтехника», 1996.
7. Рульнов А. А., Горюнов И. И. и др. Автоматическое регулирование. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 217 с.
8. Рогов И. И., Чудаков А. Д. Средства автоматизации производственных систем машиностроения. — М.: Высшая школа, 2005. — 400 с.
9. Комплексная механизация и автоматизация погружно-разгрузочных работ. / Под ред. И.И. Мачульского, А.А. Тимошина. — М.: Издательство «Маршрут», 2003. — 400 с.

10. В. Л. Уралов, Г. И. Михайловский и др. Комплексная механизация путевых работ. — М.: Издательство «Маршрут», 2004.— 382 с.

11. Яковлев В. Ф. , Булаш Н. М. и др. Автоматизация производственных процессов путевого хозяйства и строительства. —М.: Транспорт, 1977.— 207 с.

12. К. С. Исаев, Ю. М. Бляхин и др. Основы автоматизации транспортного строительства. Учебник для техникумов транспортного строительства, технических школ и пособие для курсов повышения квалификации инженерно-технических работников. — М.: Транспорт, 1978. — 263 с.

13. Богданов К. Л. , Зеленев И. В. Основы автоматизации работы строительных машин. — М.: Стройиздат, 1976. — 175, с.

14. Цукерман Л. Я. Автоматизация производственных процессов в дорожном строительстве. — М.: Транспорт, 1972. — 194 с.

15. Брова Л. Г. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте: Уч. пос. Ч. 2./ЧПИ им. Ленинского комсомола, каф. «Эксплуатация автомобильного транспорта»; Под ред. Л.С. Глухих. —Челябинск: Изд-во ЧПИ — 1982.—63 с.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальные лаборатории.

## **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

### **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

При изучении курса «Строительные машины» студенты должны выполнить одну контрольную работу, которая включает в себя следующие разделы курса:

1. Строительные машины.

2. Основы автоматизации рабочих процессов строительных машин.

В начале работы следует перечислить варианты задания с указанием номеров таблиц и вопросов и составить оглавление.

Пояснительная записка должна быть написана разборчиво, чернилами, на писчей бумаге формата машинописного листа, слева необходимо оставить поля (25 мм) для брошюровки, справа — для замечаний рецензента (20 мм). В записке необходимо привести эскизы, схемы, диаграммы, графики и т. п., выполненные на миллиметровой или чертежной бумаге. К пояснительной записке нужно отдельно приложить чертежи и крупные схемы общих видов и отдельных узлов, сделанные на ватмане стандартных размеров.

Чертежи и схемы выполнять в карандаше на чертежной бумаге формата А-4 (297×210 мм) и сопровождать по правилам черчения угловыми штампами и необходимыми спецификациями.

В конце работы необходимо привести список использованной литературы и написать, по каким методическим указаниям выполнена работа, поставить подпись и дату.

Страницы контрольной работы следует пронумеровать и сброшюровать.

Правильно оформленная и аккуратно выполненная работа должна быть выслана в Университет на рецензирование. Сдавать контрольные работы на рецензирование непосредственно преподавателю не разрешается. Контрольные работы, выполненные не в полном объеме или не по нужному варианту, на рецензирование не принимаются. На повторную рецензию высылаются работа с добавлениями и исправлениями и рецензия. Стирать замечания рецензента, сделанные на чертежах и в работе, не разрешается. Студенты не допускаются к сдаче зачета при наличии не исправленных после рецензирования работ.

Приступая к выполнению контрольной работы, прежде всего, необходимо тщательно ознакомиться с содержанием индивидуального задания, включающего вопросы по каждому раз-

делу контрольной работы, на которые следует ответить после изучения соответствующей рекомендуемой литературы. Исходные данные (вопросы) по вариантам для выполнения 1-го раздела контрольной работы приведены в табл. 1 и 2, а для выполнения 2-го раздела контрольной работы — в табл. 3, 4, 5 и 6. При однозначном номере шифра за первую цифру принимается 0, за вторую — номер шифра, данные для последней и предпоследней цифр шифра берутся по варианту № 1.

## **ЗАДАНИЕ**

Контрольная работа состоит из двух разделов:

1. Строительные машины, расчет машин для механизации земляных работ.
2. Основы автоматизации рабочих процессов строительных машин, технические средства автоматизации.

### **В первом разделе:**

- 1.1.—приводят общие сведения по строительным машинам:
  - 1.1.1. Назначение строительных машин.
  - 1.1.2. Классификация строительных машин.
  - 1.1.3. Основные требования, предъявляемые к строительным машинам, свойства характеризующие уровень качества машин и их параметры.
  - 1.1.4. Индексация строительных машин.
- 1.2. — выбирают, согласно табл. 1, машину для механизации земляных работ, производят подбор наиболее близкого к заданным характеристикам образца, производят по исходным данным приведенным в табл. 2 ее тяговый расчет и расчет технической и эксплуатационной производительности.

### **Во втором разделе:**

- 2.1. — излагают общие принципы построения и функционирования автоматических систем управления машинами и технологическими процессами.
- 2.2. —выбирают, согласно табл. 3, 4, 5, 6 технические средства автоматизации, дают описание их конструкции и принципа действия.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Раздел 1

Изучив соответствующую рекомендованную литературу ответить на следующие вопросы:

Назначение строительных машин.

Классификация строительных машин.

Основные требования, предъявляемые к строительным машинам, свойства характеризующие уровень качества машин и их параметры.

Индексация строительных машин.

Выбрав по табл. 1 машину того или иного тягового класса, что соответствует величине тягового усилия, необходимо, используя справочные материалы, подобрать конкретную марку машины.

В характеристике машины необходимо привести ее технические данные, описать устройство машины, дать схему самой машины с указанием сборочных единиц и механизмов, схему рабочего процесса.

В дальнейшем, используя технические характеристики подобранного образца машины и исходные данные из табл. 2, выполнить его тяговый расчет и расчет технической и эксплуатационной производительности.

Таблица 1

Тип машины	Последняя цифра учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Бульдозеры колесные						+				
Бульдозеры гусеничные с неповоротным отвалом									+	
Бульдозеры гусеничные с поворотным отвалом	+	+	+	+	+		+	+		+
Тяговый класс, т	25	4	3	10	15	0,2	10	25	3	15

Таблица 2

Параметры рабочего процесса	Предпоследняя цифра учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория грунта	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
Расстояние перемещения, м	10	15	20	14	18	22	26	12	17	16

## БУЛЬДОЗЕРЫ

### *Назначение и классификация*

Бульдозер представляет собой землеройно-транспортную машину, состоящую из базовой машины, которой обычно бывает гусеничный трактор мощностью до 450 кВт или колесный двухосный тягач мощностью 600 кВт, и навесного бульдозерного оборудования. Последнее на базовой машине может быть как основным, так и вспомогательным.

Бульдозеры получили широкое применение в строительстве. В настоящее время их примерно столько же, сколько и экскаваторов. От общего объема земляных работ, выполняемых в строительстве, на долю бульдозеров приходится около 35—40%. Их широко применяют во всех видах строительства и особенно в дорожном, мелиоративном, ирригационном строительстве и в карьерах горно-рудной промышленности. Ими производят планировочные работы, устройство автодорожных и железнодорожных насыпей из боковых резервов, транспортировку грунта на расстояние до 100 м, рытье каналов и котлованов, засыпку траншей и ям, очистку дорог и строительных площадок от снега, валку деревьев и корчевание пней. Иногда их используют в качестве толкачей при работе со скреперами.

Бульдозер является машиной циклического действия. Цикл его работы складывается из операции рабочего хода, при которой происходит резание и транспортирование грунта к месту его укладки в сооружение или в грунтовой отвал, и операции холостого хода при возвращении бульдозера в забой.

Бульдозеры классифицируют по: назначению; силе тяги базовой машины; мощности силовой установки; типу двигателя; конструктивным признакам; системе управления отвалом.

**По назначению** бульдозеры делят на бульдозеры общего назначения, приспособленные для ведения разнообразных работ в различных грунтовых условиях, и на бульдозеры специального назначения.

**По номинальному тяговому усилию** бульдозеры бывают: малогабаритные — с тяговым усилием до 25 кН; легкие — 25... 135 кН; средние — 135... 200 кН; тяжелые — 200... 300 кН; сверхтяжелые — более 300 кН.

**По мощности двигателей базовых машин** бульдозеры делят на: малогабаритные с мощностью менее 45 кВт; легкие — 45... 120 кВт; средние — 120... 150 кВт; тяжелые — 150... 225 кВт; сверхтяжелые — более 225 кВт.

**В зависимости от типа движителей** бульдозеры различаются на колесные, созданные на базе колесных тягачей, и гусеничные, базовой машиной которых является гусеничный трактор.

**По конструктивным признакам** различают бульдозеры, имеющие рабочее оборудование впереди и сзади базовой машины, неповоротный и поворотный в горизонтальной плоскости отвал.

**По системе привода отвала** различают бульдозеры с гидравлическим и канатным управлением. Бульдозеры с гидравлическим управлением, в последнее время, получают преимущественное применение и позволяют как поднимать и опускать отвал, так и принудительно врезаться в грунт, передавая на отвал нагрузку, составляющую до 40 % веса базовой машины.

### **Тяговый расчет бульдозеров**

Рассмотрим вопросы тягового расчета применительно к наиболее распространенному способу работы — лобовому толканию грунта при бестраншейном способе работ.

Тяговый расчет бульдозера заключается в определении необходимого тягового усилия  $P_T$ , которое должно быть больше

или равно сумме всех возникающих при работе машины сопротивлений —  $\Sigma W$ .

$$P_T \geq \Sigma W.$$

За расчетное тяговое усилие  $P_T$ , при определении потребной силы тяги, принимают наименьшую по величине силу тяги по двигателю или сцеплению.

Сила тяги по сцеплению  $P_T$  определяется по уравнению

$$P_T = G_{\text{бул}} \times f_{\text{сц}},$$

где  $G_{\text{бул}}$  — сила тяжести бульдозера, Н;

$f_{\text{сц}}$  — коэффициент сцепления (для бульдозеров значение  $f_{\text{сц}}$  может приниматься равным: 0,6 — для гусеничных и 0,5 — для колесных сельскохозяйственных тракторов и соответственно 0,9 и 0,6 — для промышленных тракторов).

Объем призмы  $Q_{\text{пр}}$  волочения зависит от геометрических размеров отвала и свойств грунта

$$Q_{\text{пр}} = \frac{L \times H^2}{2 \times k_{\text{пр}}},$$

где  $L$  — ширина отвала, м;

$H$  — высота отвала с учетом козырька, м;

$k_{\text{пр}}$  — коэффициент, зависящий от характера грунта (связности, коэффициента рыхления) и от отношения  $H/L$ .

#### Значения коэффициента $k_{\text{пр}}$

Отношение $H/L$	0,15	0,3	0,45
Связные грунты (1...2 категории)	0,75	0,78	0,85
Несвязные грунты (3...4 категории)	1,15	1,20	1,5

Этот коэффициент получен в результате обработки экспериментальных данных по производительности бульдозеров.

Суммарное сопротивление движению бульдозера при транспортировании грунта отвалом по горизонтальной площадке определяется по формуле:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где  $W_1$  — сопротивление резанию;

$W_2$  — сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом;

$W_3$  — сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу;

$W_4$  — сопротивление движению бульдозера.

**Сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом**

$$W_2 = Q_{\text{пр}} \times \gamma \times \mu_2 = G_{\text{пр}} \times \mu_2,$$

где  $Q_{\text{пр}}$  — фактический объем призмы волочения в плотном теле,  $\text{м}^3$ ;

$G_{\text{пр}}$  — сила тяжести призмы волочения, Н;

$\gamma$  — удельный вес грунта в плотном теле,  $\text{кН}/\text{м}^3$ ;

$\mu_2$  — коэффициент трения грунта по грунту.

**Удельный вес грунта в плотном теле**

Категория грунта	$\gamma$ , $\text{кН}/\text{м}^3$
I категория	12...17
II категория	15...18
III категория	16...19
IV категория	19...20

Для связных грунтов  $\mu_2 = 0,5$ , для несвязных грунтов  $\mu_2 = 0,7$ , максимальное значение  $\mu_2 = 1,0$ .

**Сопротивление от перемещения грунта вверх по отвалу**

$$W_3 = G_{\text{пр}} \times \cos \alpha \times \mu_1,$$

где  $\alpha$  — угол резания;

$\mu_1$  — коэффициент трения грунта по металлу, находится в пределах 0,3... 0,6 (I категория — 0,46...0,6; II категория — 0,37...0,41; III категория — 0,24...0,31; IV категория — 0,18...0,22).

**Сопротивление перемещению бульдозера**

$$W_4 = G_{\text{бул}} \times f,$$

где  $G_{\text{бул}}$  — сила тяжести трактора и бульдозера, Н;

$f = 0,1... 0,12$  — коэффициент сопротивления перемещению бульдозера.

Сопротивление резанию грунта отвалом

$$W_1 = k_{\text{рез}} \times L \times h_{\text{рез}},$$

где  $L$  — ширина отвала бульдозера, м;

$h_{рез}$  — глубина резания во время перемещения призмы грунта, м;

$k_{рез}$  — удельное сопротивление грунта лобовому резанию, Н/м<sup>2</sup>.

**Средние значения  $k_{рез}$  при угле резания  $\alpha = 45... 60^\circ$**

Категория грунта	Значение $k_{рез}$ , кН/м <sup>2</sup> .
I категория	10...40
II категория	60...80
III категория	100...160
IV категория	150...250

### Производительность бульдозера

Производительность — это объем продукции, произведенной в единицу времени данным оборудованием в соответствии с его конструктивными особенностями, техническими характеристиками и определенными организационно-техническими условиями.

Техническая производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяют по формуле:

$$P_T = \frac{3600 \times Q_{np}}{T_{ц}},$$

где  $T_{ц}$  — длительность одного цикла, с.

$$T_{ц} = t_p + t_{п} + t_{xx} + t_c + t_o,$$

где  $t_p$  — время, необходимое для формирования призмы волочения, с,

$$t_p = \frac{L_p}{V_1}.$$

Здесь  $L_p$  — длина пути резания, м,

$$L_p = \frac{Q_{np}}{L \times h_p},$$

где  $L$  — ширина отвала бульдозера, м,

$h_p$  — глубина резания, м, (принимается в пределах 0,05...0,20 м);

$V_1$  — скорость движения бульдозера при копании, м/с (скорость на I передаче).

$t_n$  — время необходимое на перемещение грунта на требуемое расстояние, с.

$$t_n = \frac{L_n}{V_2}.$$

Здесь  $L_n$  — длина участка перемещения грунта (см. табл. 2), м;

$V_2$  — скорость движения бульдозера при перемещении грунта, м/с (скорость на II передаче);

$t_{xx}$  — время обратного холостого хода, с:

$$t_{xx} = \frac{L_p + L_n}{V_{3,x}},$$

где  $V_{3,x}$  — скорость движения бульдозера задним ходом при перемещении в исходное положение, м/с;

$t_c$  — время на переключение передач, равное 4... 5 с на одно переключение;

$t_o$  — время на опускание отвала, равное 1... 2 с.

Обычно бульдозеры производят резание грунта на I или II передаче, а транспортирование его к месту выгрузки на II или III передаче.

Возвращение бульдозера на исходное положение для нового цикла осуществляется, как правило, задним ходом.

Эксплуатационная производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяется до формуле

$$P_э = P_t \times K_{вт} \times K_y,$$

где  $K_{вт}$  — коэффициент учета времени технического, учитывающий потери времени на организационно-технические мероприятия (разметку участка выполнения работ, постановку задачи, техническое обслуживание и т.д.).  $K_{вт} = 0,3... 0,5$ .

$K_y$  — коэффициент учитывающий реальные условия функционирования машины.

$$K_y = K_{y_1} \times K_{y_2} \times K_{y_3}.$$

Здесь  $K_{y_1}$  — коэффициент учитывающий время суток выполнения работы ( $K_{y_1}$  при выполнении работы ночью равен 0,8);

$K_{y_2}$  — коэффициент учитывающий категорию разрабатываемого грунта:

$$K_{y_2}^I = 1,0;$$

$$K_{y_2}^{II} = 0,8;$$

$$K_{y_2}^{III} = 0,6.$$

$K_{y_3}$  — коэффициент учитывающий стаж работы механика:

Величина $K_{y_3}$	Стаж работы механика
0,6	до 3-х лет
0,8	от 3-х до 5-ти лет
1,0	свыше 5-ти лет

Коэффициенты условий студенты выбирают самостоятельно, за исключением  $K_{y_2}$ , принимаемом исходя из данных табл. 2.

## Раздел 2

Изучив соответствующую рекомендованную литературу изложить общие принципы построения и функционирования автоматических систем управления машинами и технологическими процессами.

Любой производственный процесс направлен на создание средств производства и предметов потребления. Он представляет собой скоординированное воздействие энергии на различные вещества для получения заданной продукции. Уровень развития средств производства характеризуется механизацией и автоматизацией производства

**Механизация** — это замена ручного труда человека механизмами и машинами, осуществляющими механические рабочие движения.

Механизация может быть частичной и комплексной.

Производственный процесс считают *частично механизированным*, если механизированы лишь отдельные (обычно основ-

ные) его операции и *комплексно-механизированным*, если в нем не только все основные, но и вспомогательные трудоемкие операции выполняются посредством правильно выбранных машин, механизмов и оборудования, обеспечивающих высокую производительность всего процесса и наилучшие технико-экономические показатели.

При механизации механизмы и машины облегчают физические усилия человека, но человек не может отойти от них, так как направляет их работу. Производительность механизмов и машин зачастую ограничивается физическими возможностями человека.

Примером комплексной механизации может служить процесс сооружения железнодорожного земляного полотна комплектом специально подобранных землеройно-транспортных машин в составе экскаватора, автомобилей-самосвалов, бульдозера и автогрейдера.

Устройство, машину, агрегат, производственный процесс называют автоматическим, если они выполняют свои основные функции самостоятельно, без вмешательства человека.

**Автоматизация** — это более высокая стадия развития производства, при которой человек освобождается не только от тяжелого физического труда, но и от оперативного управления производственными процессами или механизмами. Ему остаются лишь функции включения, контроля и периодической наладки автоматического устройства, работающего по определенной программе.

Автоматизация — основа современной технической политики. Она внедряется во всех отраслях промышленности и производства, в том числе в строительстве и путевом хозяйстве.

При автоматизации резко возрастают скорость и точность выполнения операций, что приводит к повышению производительности труда и оборудования; облегчаются условия труда, обеспечивается его безопасность; создаются оптимальные условия для работы машин, что уменьшает износ их узлов и деталей и позволяет осуществлять более рациональные технологические процессы; уменьшается роль субъективных факторов

отдельных людей в технологическом процессе; повышается качество выпускаемой продукции, значительно снижается ее себестоимость и т. д.

Автоматизация позволяет также управлять процессами, которыми человек непосредственно управлять не может ввиду их вредности или отдаленности.

Автоматизация непосредственно и неразрывно связана с такой формой организации производства, при которой стираются грани между умственным и физическим трудом.

Автоматизация, как и механизация, может быть частичной и комплексной, а также полной.

*Частичная автоматизация* предполагает автоматизацию лишь отдельных операций или машин, агрегатов и оборудования, участвующих в едином технологическом процессе. Например, применение при балластировке железнодорожного пути автоматических шпалоподбивочных машин, работающих в едином комплекте с другими неавтоматическими машинами (тракторами, моторными домкратами).

При *комплексной автоматизации* не только отдельные операции или участки технологических линий, но и технологические процессы в целом, т. е. от получения сырья до выхода готовой продукции, осуществляются автоматически. Например, процесс изготовления железобетонных шпал может считаться комплексно-автоматизированным, если все его операции (от разгрузки заполнителей бетона, цемента, арматуры и других материалов до получения готовых шпал) выполняются автоматически, причем качество бетона, производительность комплекса и другие технико-экономические показатели соответствуют заданным. При *полной автоматизации* даже пуск и остановка производства осуществляются без участия человека.

**Автоматика** — это область науки и техники, которая занимается вопросами теоретического развития и практического применения автоматических систем и необходимых для них технических средств.

**Роботизация** — это высшая стадия автоматизации, характеризующаяся применением роботов и робототехнических систем (комплексов).

Автоматизация как важнейшее направление и главнейшее средство технического прогресса с каждым годом играет все большую роль. Предусматривается осуществить в массовом масштабе комплексную автоматизацию и создать предприятия-автоматы, обеспечивающие высокую технико-экономическую эффективность.

Автоматизация является важнейшим фактором повышения производительности труда. Она позволяет более рационально осуществлять технологические процессы и значительно сокращать цикл изготовления продукции. При этом улучшается ее качество, обеспечивается надежность оборудования, сокращаются расходы энергии и потери труда, гарантируется безопасность работы, уменьшается численность обслуживающего персонала и повышается эффективность производства. Повышение технического уровня персонала и облегчение труда при автоматизации способствуют уничтожению различия между физическим и умственным трудом.

Изучить и описать основные элементы автоматики:

1. Основные чувствительные приборы, применяемые в системах автоматики в качестве датчиков, и схемы электрических измерений (табл. 3).

2. Усилительные устройства реле и исполнительные механизмы, используемые в системах автоматики (табл. 4).

3. Управляющие приборы и исполнительные механизмы в системах автоматики (табл. 5).

В контрольной работе должны быть использованы данные о приборах и автоматических устройствах, применяемых для автоматизации строительных и путевых машин, заводов строительной индустрии и строительных процессов.

Таблица 3

**Чувствительные элементы автоматики  
и схемы электрических измерений**

№ п/п	Вопросы (вариант выбрать по табл. 6)
1	2
1	Классификация датчиков, применяемых в системе автоматики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
2	Измерительные схемы включения датчиков. Назначение, виды применяемых схем, их применение, достоинства и недостатки
3	Тепловые датчики, назначение и область их применения. Привести схему и описание действия одного из датчиков
4	Потенциометрические (реостатные) датчики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
5	Тензометрические (проволочные) датчики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
6	Индуктивные датчики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
7	Датчики скорости и ускорения. Привести схему и описание действия одного из датчиков
8	Угольные датчики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
9	Датчики из тензолитов. Привести схему и описание действия одного из датчиков
10	Пьезоэлектрические датчики. Привести схему и описание действия одного из датчиков
11	Оптические (фотоэлектрические) датчики. Привести схему фотоэлемента с внешним фотоэффектом и описание его действия
12	Оптические (фотоэлектрические) датчики. Привести схему фотоэлемента с внутренним фотоэффектом и описание его действия
13	Оптические (фотоэлектрические) датчики. Привести схему фотодиода и описание его действия
14	Мостовые измерительные схемы. Назначение, их применение, достоинства и недостатки
15	Дифференциальная схема включения датчиков. Назначение, применение, достоинства и недостатки
16	Компенсационная схема включения датчиков. Назначение, применение, достоинства и недостатки

Таблица 4

**Усилительные устройства, используемые в системах автоматике**

Вариант (пред- последняя цифра цифра)	Вопросы
1	2
1	Электронный ламповый усилитель. Привести схему и описание действия одного из усилителей
2	Магнитный усилитель. Привести схему и описание действия одного из усилителей
3	Магнитный усилитель с обратной связью. Привести схему и описание действия одного из усилителей
4	Электронный усилитель на полупроводниковых триодах. Привести схему и описание действия одного из усилителей
5	Электромашинный усилитель. Привести схему и описание действия одного из усилителей
6	Гидравлический усилитель
7	Пневматический усилитель
8	Усилительные устройства, применяемые в автоматике, и их классификация
9	Электронные усилители, применяемые в системах автоматике. Привести схему и описание ее действия
0	Электронный ламповый усилитель с несколькими каскадами. Привести схему и описание ее действия

**Управляющие приборы и исполнительные механизмы  
в системах автоматики**

Вариант (последняя цифра шифра)	Вопросы
1	Назначение, характеристики и классификация реле (привести схему одного реле)
2	Электромагнитное реле
3	Электромагнитное поляризованное реле
4	Электронное реле
5	Бесконтактное электронное реле
6	Электронное реле времени
7	Неэлектрическое реле
8	Фотоэлектрическое реле
9	Пневматические и гидравлические исполнительные устройства (привести одну схему)
0	Электрические исполнительные устройства (привести одну схему)

В пояснительной записке студент должен привести описание конструкции, принципов действия и область применения приборов, устройств и схем. Каждый раздел пояснительной записки должен содержать графическую часть (чертежи приборов и схемы автоматических устройств — измерительных, электрических и пр.).

Вариант задания контрольной работы, выполняемой по табл. 3, студент должен взять из табл. 6. Он выполняет один из 16 вариантов задания, который выбирает по первой букве своей фамилии и по первой цифре учебного шифра.

Таблица 6

**Варианты задания**

Первая буква фамилии студента	Первая цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Г-Д	11	12	13	14	15	16	1	2	3	7
Ж-И	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К-М	14	15	16	9	1	2	3	4	5	6
Н-П	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Р-Т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
У-Х	11	12	13	14	15	16	3	1	2	3
Ц-Щ	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Э-Я	14	15	16	5	1	2	3	4	5	6

*Примечание.* При выполнении контрольной работы следует использовать выпускаемую издательствами новую литературу по дисциплине.

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Рабочая программа и задание на контрольную работу  
с методическими указаниями

Редактор *Д.Н.Тихонычев*  
Корректор *В.В.Игнатова*  
Компьютерная верстка *Л.В.Орлова*

---

Тип. зак.

Подписано в печать 28.09.08

Усл. печ. л. 2,0

Изд. зак.265

Гарнитура NewtonС

Тираж 300 экз.

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

---

Издательский центр и Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РГОТУПС,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2