



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный аграрный университет»

ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

Специальность 2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии, ректор

О.Г. Лоретц

2024 г.

«

»

## ПРОГРАММА

вступительных испытаний по специальной дисциплине

Специальность

**2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы**

Екатеринбург, 2024

	Должность	Фамилия И.О. / подпись	Дата
Разработал	Профессор, д-р техн. наук	Кольга А.Д. 	
Согласовали	Заведующий кафедрой	Александров В.А. 	
	Декан факультета инженерных технологий	Юсупов М.Я. 	Протокол заседания Ученого совета факультета №9 от 19.09.2024 г.
Версия 1.0		КЭ: 1 УЭ №	Стр. 1



Программа предназначена для поступающих в аспирантуру ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» по специальности 2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Программа вступительных испытаний в аспирантуру подготовлена в соответствии с федеральными государственными требованиями.

**Целью** вступительных испытаний является оценка соответствия приобретенных знаний уровню требований для дальнейшего обучения в аспирантуре по специальности 2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

**Задачами** вступительных испытаний являются: выявление степени владения поступающими знаниями по современным технологическим процессам, машинам и агрегатам, применяемым для механизации, электрификации и автоматизации производственных процессов, технологиям технического сервиса машин, основам теории, устройству, принципам работы и эффективной эксплуатации машин и оборудования.

### **Требования к поступающим в аспирантуру**

Соискатель должен знать:

1. технические характеристики;
2. методы исследования и анализа процессов ТТМ;
3. методы проведения технических расчетов; достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в организации процессов;
4. новые эффективные рабочие процессы, их возможности и недостатки, методы моделирования, расчета и оптимизации рабочих процессов для разработки экономичных и малотоксичных двигателей;
5. методы расчета и оценки нагрузок в основных деталях ТТМ
6. способы их конструирования, их технические характеристики,
7. о передовом опыте создания двигателей;
8. основные методы расчета и оценки нагрузок в основных нагруженных механизмах поршневых двигателе.

**Соискатель должен уметь:**

1. формулировать цель работы по совершенствованию рабочих процессов,
2. использовать современные информационные технологии, выбирать технические решения,
3. проектировать узлы и механизмы с заданными параметрами и характеристиками,
4. решать экологические проблемы,
5. находить компромисс между различными требованиями;
6. выбрать эффективные конструктивные решения,
7. провести расчеты основных деталей на базе современных методик;





8. применить кинематические и динамические расчеты для обеспечения высоких экологических и ресурсных показателей двигателей.

## **2. Содержание программы.**

### **2.1.1 Теоретические и действительные циклы двигателей**

Режимы работы автотракторных двигателей и основные эксплуатационные требования к ним.

Процессы газообмена. Эксплуатационные и конструктивные факторы, определяющие эффективность газообмена. Наддув двигателей.

Процесс сжатия. Влияние степени сжатия на показатели двигателя. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на процесс сжатия. Расчет показателей процесса сжатия.

Процесс сгорания. Анализ влияния эксплуатационных и конструктивных факторов на процесс сгорания в карбюраторных двигателях и дизелях. Детонация, жесткость, калильное зажигание.

Процесс расширения. Влияние эксплуатационных факторов на процесс расширения. Расчет показателей процесса расширения.

### **2.1.2 Показатели рабочего цикла и двигателя**

Индикаторные и эффективные показатели. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на показатели двигателя.

Расчет индикаторных, эффективных показателей, определение механических потерь. Тепловой баланс. Изменение теплового баланса в эксплуатационных условиях.

Токсичность двигателей. Состав отработавших газов. Дымность и токсичность в зависимости от режима работы и регулировок двигателя. Нормирование дымности и токсичности.

### **2.1.3 Система питания. Влияние системы питания на показатели двигателя.**

Очистка воздуха. Воздухоочистители. Оценочные показатели и характеристики воздухоочистителей.

Карбюрация топлива. Характеристика простейшего карбюратора и желаемая характеристика карбюратора. Способы компенсации состава смеси. Эксплуатационные регулировки карбюраторов.

Способы смесеобразования в дизелях. Взаимосвязь процессов топливоподачи с процессом сгорания в цилиндре двигателя. Регулировки топливных насосов. Форсунки. Характеристика форсунки. Нагнетательные клапаны. Эксплуатационные факторы, влияющие на процессы топливоподачи и процесс сгорания в цилиндрах двигателя. Корректирование характеристики дизеля. Корректоры.

### **2.1.4 Регулирование двигателей**





Фактор устойчивости. Типы регуляторов. Характеристики и показатели регуляторов. Влияние изменения в процессе эксплуатации характеристик топливного насоса и регулятора на показатели двигателя.

Внешние и частичные характеристики двигателей. Применение частичных режимов двигателя в эксплуатационных условиях.

### **2.1.5 Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма**

Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме одно- и многоцилиндровых двигателей.

Неравномерность крутящего момента и частоты вращения двигателя. Способы снижения неравномерности. Влияние момента инерции двигателя на его показатели при работе с установившейся нагрузкой и при разгоне.

Уравновешивание двигателей. Способы уравновешивания автотракторных двигателей. Понятие о крутильных колебаниях и способы их снижения.

### **2.1.6 Нагрузочные режимы и расчет основных деталей и механизмов двигателя.**

Выбор расчетных схем, нагрузочных режимов основных деталей кривошипно-шатунного механизма. Допускаемые напряжения. Допускаемые давления в подшипниках скольжения.

Механизм газораспределения. Типы механизмов. Проходное сечение клапана, понятие "Время-сечение". Изменение показателей работы газораспределения в процессе эксплуатации.

### **2.1.7 Смазочная система и система охлаждения**

Способы очистки и охлаждения масла. Определение необходимого давления в смазочной системе. Эксплуатационные факторы, влияющие на смазывание деталей двигателя.

Влияние способов охлаждения на работу двигателя. Эксплуатационные факторы, влияющие на теплонапряженность двигателя.

### **2.1.8 Система пуска**

Пусковая частота вращения. Момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала двигателя при пуске в различных условиях эксплуатации. Выбор типа и характеристик пусковых устройств. Средства облегчения пуска двигателя.

### **2.1.9 Основные направления развития двигателей**

Совершенствование рабочего процесса. Альтернативные топлива. Применение газотурбинного наддува высокого давления. Регулируемый наддув. Улучшение характеристик двигателя.

### **2.1.10 Испытания двигателей**

Цели и виды испытаний. Основные термины и определения. Методика проведения испытаний.

Испытательные стенды и аппаратура. Характеристики тормозов. Методы обработки результатов испытаний.





Проверка прецизионных пар, проверка и настройка форсунок. Регулирование топливного насоса на равномерность подачи топлива. Характеристики топливных насосов по подаче, противодавлению, скоростные и регуляторные (внешние и частичные).

Регулировки регулятора топливного насоса. Проверка и регулировка карбюратора.

### **2.1.11 Характеристики двигателя:**

- регулировочные по составу смеси, по углу опережения зажигания (впрыскивания):

скоростные и регуляторные (внешние и частичные).

Индицирование двигателей, определение индикаторных и эффективных показателей, механических потерь.

## **2.2 Основы теории трактора и автомобиля**

### **2.2.1 Работа тракторных и автомобильных движителей**

Физико-механические свойства почвы. Влияние свойств почвы на тягово-сцепные показатели мобильных машин.

Свойства пневматической шины. Деформация шины под действием различных нагрузок и влияние ее на эксплуатационные свойства машины.

Качение ведомого колеса. Конструктивные и эксплуатационные факторы, оказывающие влияющие на показатели качения колеса.

Работа ведущего колеса. Сцепление, буксование, КПД, конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на эти показатели.

Работа гусеничного движителя. Кинематика. Силы, действующие в гусеничной цепи. КПД гусеничного движителя.

### **2.2.2 Тяговый баланс трактора и автомобиля**

Внешние силы, действующие на трактор (автомобиль). Уравнение тягового баланса. Тяговая сила и силы сопротивления. Нормальные реакции почвы на колеса трактора (автомобиля).

Работа трактора (автомобиля) со всеми (четырьмя, шестью) ведущими колесами. Эксплуатационные свойства машин со всеми ведущими колесами и способы рационального их использования.

Тяговый баланс гусеничного трактора. Центр давления. Тягово-сцепные свойства тракторов с гусеничной ходовой системой, влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на эти свойства.

### **2.2.3 Энергетический баланс трактора**

Требования к энергетической установке трактора. Мощностной баланс трактора. Графическое представление мощностного баланса. Номинальное тяговое усилие трактора. Общий и условный тяговый КПД трактора.

Тяговый расчет трактора. Методы определения массы трактора, мощности двигателя и передаточных чисел трансмиссии. Методика расчета и построения





теоретической тяговой характеристики трактора, ее анализ. Показатели топливной экономичности и анализ влияния на нее конструктивных и эксплуатационных факторов.

Методика тяговых испытаний. Сертификатные испытания тракторов. Анализ тяговых характеристик.

#### **2.2.4 Тяговая динамика трактора**

Динамические процессы. Классификация колебаний в тракторах. Анализ внешних динамических воздействий на трактор. Тягово-динамические показатели трактора. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на тягово-динамические и топливно-экономические показатели трактора.

Разгон машинно-тракторного агрегата. Условие осуществления трогания и разгона. Влияние конструктивных параметров и эксплуатационных условий на процесс трогания и разгона МТА.

#### **2.2.5 Тяговая динамика и топливная экономичность автомобиля**

Тяговый и мощностной баланс автомобиля для различных случаев движения. Динамический фактор и динамическая характеристика.

Разгон автомобиля. Основные оценочные показатели динамики разгона.

Тормозная динамика автомобиля и автопоезда. Способы торможения.

Топливная экономичность автомобиля. Измерители топливной экономичности.

Факторы, влияющие на топливную экономичность и пути ее улучшения.

Тяговый расчет автомобиля. Определение основных параметров при тяговом расчете автомобиля.

#### **2.2.6 Управляемость трактора и автомобиля**

Управляемость машин. Способы поворота колесных машин. Кинематика поворота. Поворачивающая сила при задних и передних ведущих колесах.

Условие сохранения управления по сцеплению. Конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на управляемость машины.

Управляемость гусеничного трактора. Кинематика и механизмы поворота.

Момент сопротивления повороту и поворачивающий момент. Мощность, необходимая для осуществления поворота. Анализ конструктивных и эксплуатационных факторов, влияющих на поворот гусеничного трактора.

#### **2.2.7 Устойчивость трактора и автомобиля**

Продольная и поперечная устойчивость. Критерии устойчивости. Условия устойчивости от опрокидывания и от сползания. Продольная устойчивость при заклинивании ведущих колес. Поперечная устойчивость при повороте, занос.

Мероприятия по повышению продольной и поперечной устойчивости машин.

Техника безопасности и правила эксплуатации машин из условий обеспечения устойчивости.

### **3. Вопросы программы вступительного испытания по специальной дисциплине**



1. Главные узлы двигателей и их назначения.
2. Проходимость автомобиля и тракторов.
3. Управляемость колесных тракторов и автомобилей.
4. Диагностические параметры и нормативы (рабочих процессов сопутствующих процессов, геометрические величины).
5. Работа ведомого колеса.
6. Устройство КПП колесных тракторов.
7. Задний мост, мост, его назначение, устройство и регулировка.
8. Работа ведущего колеса
9. Устройство муфты сцепления и её регулировка.
10. Закономерности изменения технического состояния машин.
11. Работа гусеничного движителя.
12. Устройство системы газораспределения ДВС трактора и её регулировка.
13. Классификация тракторов.
14. Свойства почвы и пневматической шины.
15. Методы диагностирования: функциональные и ресурсные, прямые и косвенные.
16. Система пуска двигателей.
17. Назначение и устройство ведущего моста гусеничного трактора..
18. Торможение автомобиля.
19. Устройство системы питания.
20. Назначение и устройство конечной передачи.
21. Тяговая характеристика и тяговый расчет трактора.
22. Устройство системы смазки.
23. Поворот гусеничного трактора.
24. Тяговый баланс автомобиля.
25. Характеристики значений диагностических нормативов (начальная, допустимая, предельное).
26. Поперечная устойчивость.
27. Тяговый баланс трактора.
28. Принцип работы дизельных двигателей.
29. Тяговый расчет автомобиля.
30. Продольная устойчивость.
31. Тяговый расчет машины с гидродинамической трансмиссией.
32. Энергетический баланс трактора.
33. Классификация двигателей внутреннего сгорания.





34. Понятие о рабочем цикле ДВС. Термодинамические циклы. Отличие действительных циклов от идеальных.
35. Рабочий цикл и индикаторная диаграмма четырехтактного дизельного двигателя.
36. Рабочий цикл и индикаторная диаграмма четырехтактного карбюраторного двигателя.
37. Рабочий цикл и индикаторная диаграмма двухтактных двигателей.
38. Давление и температура в конце впуска.
39. Коэффициент наполнения. Факторы, влияющие на коэффициент наполнения.
40. Наддув, способы. Охлаждение надувочного воздуха.
41. Коэффициент остаточных газов и его влияние на работу двигателя.
42. Степень сжатия и ее влияние на работу двигателя. Выбор степени сжатия.
43. Процесс сжатия. Показатель политропы сжатия. Давление и температура в конце сжатия.
44. Процесс сгорания в карбюраторном двигателе. Периоды процесса сгорания. Факторы, влияющие на процесс сгорания в карбюраторном двигателе.
45. Детонация и ее последствия для двигателя. Внешние признаки. Факторы, влияющие на детонацию и борьба с ней.
46. Процесс сгорания в дизелях. Периоды процесса сгорания. Факторы, влияющие на процесс сгорания в дизелях.
47. Способы смесеобразования в дизелях. Формы камер сгорания, сопоставление.
48. Коэффициент избытка воздуха и его зависимость от различных факторов.
49. Количество и состав продуктов сгорания при коэффициенте избытка воздуха  $>1$  и  $<1$ .
50. Уравнение сгорания для карбюраторного двигателя. Температура и давление в конце сгорания.
51. Сравнение сгорания для дизелей. Температура, давление и объем в конце сгорания.
52. Процесс расширения. Температура и давление в конце расширения для дизельного и карбюраторного двигателя.
53. Процесс выпуска. Давление и температура в конце выпуска.
54. Тепловой баланс двигателя. Тепловая напряженность.
55. Среднее индикаторное давление. Теоретическое и экспериментальное определение среднего индикаторного давления.
56. Эффективная и индикаторная мощность двигателя. Механический КПД двигателя.
57. Удельный расход топлива и эффективный КПД. Приведите данные об удельных расходах и эффективных КПД двигателей.
58. Индикаторный КПД двигателя.
59. Способы повышения мощности и экономичности двигателей.
60. Определение основных размеров двигателя.
61. Характеристика тракторного двигателя при работе на регуляторе. Запас крутящего момента.





62. Методика испытаний автотракторных двигателей. Оборудование, методы измерений.
63. Регулировочные, характеристики по углу опережения зажигания и моменту подачи топлива.
64. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Путь, скорость и ускорение поршня.
65. Силы инерции, возникающие в кривошипно-шатунном механизме.
66. 35.Соотношение сил КШМ. Тангенциальная и нормальная силы. Правило законов сил.
67. Силы и моменты, действующие в одноцилиндровом двигателе.
68. Уравновешенность и уравновешивание четырехтактного четырехцилиндрового двигателя.
69. Определение момента инерции и размеров маховика из условий равномерности вращения коленчатого вала двигателя.
70. Равнодействующая сил, действующих на шейки коленчатого вала. Определение удельного давления на шейки.
71. Типы механизмов газораспределения и их сравнительная характеристика. Диаграмма фаз газораспределения.
72. Назначение, условия работы и определение основных размеров клапанов. Материалы выпускных и впускных клапанов.
73. Понятие "время-сечение" и определение газа в проходном сечении клапана.
74. Регулирование автотракторных двигателей. Назначение и типы регуляторов числа оборотов.
75. Роль отечественных ученых в развитии теории тракторов и автомобилей.
76. Классификация силы тяги по сцеплению.
77. Тяговый баланс гусеничного трактора.
78. Тяговый баланс колесного трактора
79. Определение коэффициента сопротивления качения и сцепления опытным путем.
80. Силы, действующие на трактор.
81. Динамика направляющего колеса с жестким ободом.
82. Определение координаты для результирующей нормальных реакций гусеничного трактора.
83. Баланс мощности гусеничного трактора.
84. Баланс мощности колесного трактора.
85. Тяговый КПД трактора.
86. Тяговый баланс автомобиля.
87. Тяговая характеристика трактора, ее построение, анализ.
88. Уравнение тягового баланса колесного трактора.
89. Разгон автомобиля.
90. Определение мощности автомобиля.
91. Определение мощности трактора.



92. Тяговая характеристика трактора, ее построение, анализ.
93. Построение динамической характеристики автомобиля.
94. Кинематика и динамика гусеничного движителя.
95. Определение угла подъема, скорости и ускорения по динамической характеристике.
96. Вывод уравнения динамического фактора.
97. Уравнение двигателя при торможении.
98. Расчет тормозов на износ и нагрев.
99. Определение пути торможения опытным путем.
100. Проходимость автомобилей и тракторов.
101. Параметры проходимости автомобиля.
102. Поворот гусеничных машин.
103. Движение направляющего колеса при повороте.
104. Поперечная устойчивость колесного трактора.
105. Устойчивость автомобиля на повороте.
106. Продольная устойчивость.
107. Занос автомобиля.
108. Расчет муфты сцепления.
109. Определение передаточного числа главной передачи.
110. Расчет ведущих полуосей автомобилей и тракторов.

Вступительные испытания по специальной дисциплине проводятся в *форме письменного вступительного экзамена*.

Вступительный экзамен носит комплексный, системный характер. При подготовке к вступительному экзамену поступающие должны в полном объеме изучить все темы и вопросы, предусмотренные программой, воспользовавшись рекомендуемым списком литературы.

Экзаменационные билеты включают 2 теоретических вопроса, по каждому из которых должен быть дан развернутый письменный ответ.

Продолжительность написания ответа на билет в ходе вступительных испытаний составляет 2 академических часа.

### **Критерии оценки знаний поступающего.**

К принципам разработки критериев системы комплексной оценки ответов следует отнести:

- комплексность и полноту оценки профессиональной и общекультурной подготовки поступающего;
- достоверность;
- объективность.

При проведении вступительного экзамена оценка знаний поступающих осуществляется по традиционной или 100-балльной системе:





Оценка «отлично» (85 – 100 баллов) выставляется за:

- глубокие знания материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений,

- логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и, при необходимости, дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «хорошо» (70-84 баллов) выставляется за:

- твердые знания материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений,

- последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные в билете вопросы,

- правильные ответы на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «удовлетворительно» (50-69 баллов) выставляется за:

- знание и понимание основных вопросов программы,

- правильные и конкретные ответы на поставленные вопросы, самостоятельное устранение несущественных ошибок в ответах при наводящих вопросах экзаменатора.

Оценка «неудовлетворительно» (менее 50 баллов) выставляется за:

- неправильный ответ на вопросы билета, непонимание сущности излагаемых вопросов,

- неточные или неправильные ответы на дополнительные вопросы,

- незнание материалов рекомендованной литературы.

### Список рекомендуемой литературы:

1. Конструкция тракторов и автомобилей : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1442-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211322>.
2. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-4582-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206900>.
3. Поливаев, О. И. Теория трактора и автомобиля : учебник / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232



- с. — ISBN 978-5-8114-2033-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212306>.
4. Прокопенко, Н. И. Экспериментальные исследования двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / Н. И. Прокопенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1047-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210506>.
  5. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2108-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209738>
  6. Суркин, В. И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей : учебное пособие / В. И. Суркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1486-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211289>.
  7. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-3453-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206324>.
  8. Малкин, В. С. Техническая диагностика : учебное пособие / В. С. Малкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1457-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212021>.

### Рекомендуемые Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://www.e.lanbook.com>
2. Журнал «Аграрный вестник Урала» – <https://avu.urgau.ru/>
3. Журнал «Молодежь и наука» - <https://min.urgau.ru/>
4. Журнал «Аграрное образование и наука» - [www.aon.urgau.ru](http://www.aon.urgau.ru) .
5. Журнал «Научно-технический вестник: Технические системы в АПК» <https://techvestnik-urgau.ru/>