

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
23.04.02 Наземные транспортно-технологические  
комплексы,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Исследования и испытания наземных транспортно-технологических  
комплексов**

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-  
технологические комплексы

Направленность (профиль): Наземные транспортные комплексы

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 6216  
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей  
Николаевич  
Дата: 01.06.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины дисциплины (модуля) является:

- знакомство студентов с современными методами и испытательным оборудованием для проведения экспериментальных исследований;
- изучение планирования, подготовки и проведения испытаний наземных транспортно-технологических машин;
- овладение методикой обработки и проведением анализа результатов испытаний.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование устойчивого комплекса знаний об испытании узлов, агрегатов и систем наземных транспортно-технологических машин, испытании эксплуатационных свойств наземных транспортно-технологических комплексов, применяемых при этом измерительных преобразователей, измерительной и регистрирующей аппаратуре;
- формирование представлений о методике и программе проведения испытаний;
- привитие навыков подготовки, проведения и обработки результатов экспериментальных исследований и испытаний;
- разработка планов и программ проведения испытаний.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-4** - Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов; ;

**ПК-2** - Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и со-здания комплексов на их базе;

**ПК-3** - Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию технологических процессов транспортного производства, решать вопросы реализации результатов исследований и разработок, готовить научные публикации.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Владеть:**

- основами проведения экспериментальных исследований и планирования испытаний наземных транспортно-технологических комплексов;
- методикой проведения диагностики узлов агрегатов наземных транспортно-технологических комплексов.

**Знать:**

- алгоритмы оптимизации;
- основы проведения измерений, измерительные приборы и инструменты;
- основы физического и математического моделирования;
- теорию размерностей;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения.

**Уметь:**

- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- составлять планы и программы проведения экспериментальных исследований и испытаний.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64

В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 224 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Место экспериментальных исследований и испытаний в создании машин. Рассматриваемые вопросы: - понятия об испытаниях и исследованиях; - цели и задачи экспериментальных исследований и испытаний машин; - методологические основы эксперимента и исследований и испытаний машин.
2	Основы теории планирования эксперимента. Рассматриваемые вопросы: - планирование одно- и многофакторного эксперимента; - факторный анализ и функция отклика; - матрица планирования эксперимента; - проверка воспроизводимости результатов эксперимента по критерию Кохрена.
3	Построение регрессионной зависимости. Рассматриваемые вопросы: - уравнение регрессии и оценка значимых коэффициентов уравнения регрессии, критерий Стюдента; - проверка адекватности уравнения регрессии по критерию Фишера.
4	Анализ уравнения регрессии. Рассматриваемые вопросы: - определение рациональных параметров элементов наземных транспортно-технологических комплексов; - оценка экстремальных значений функции отклика.
5	Физическое моделирование технических систем.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистические испытания и метод Монте-Карло;</li> <li>- методы проверки статистических гипотез;</li> <li>- критерий ХИ-квадрат;</li> <li>- критерий Крамера-фон Мизеса;</li> <li>- масштабное моделирование физических процессов разработки грунта.</li> </ul>
6	<p>Датчики и усилители.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация датчиков и измерителей;</li> <li>- измерительные устройства;</li> <li>- чувствительные элементы датчиков и усилителей;</li> <li>- основные типы датчиков и усилителей и их характеристики.</li> </ul>
7	<p>Электронные системы управления и контроля строительных и дорожных машин.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация электронных систем управления;</li> <li>- классификация систем контроля;</li> <li>- тензометрирование;</li> <li>- коэффициент усиления.</li> </ul>
8	<p>Технические измерения. Пи-теоремы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и определения;</li> <li>- методы определения износа;</li> <li>- теория размерности;</li> <li>- экспериментальные данные и их обработка;</li> <li>- регрессионные зависимости;</li> <li>- эмпирическая функция распределения.</li> </ul>
9	<p>Статистические исследования наземного транспорта.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка параметров распределения и их свойства;</li> <li>- оценка моментов и квантилей распределения;</li> <li>- критерии достоверности сдвига среднего значения;</li> <li>- обработка результатов по методу наименьших квадратов.</li> </ul>
10	<p>Испытания машин (1 часть).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения об испытаниях машин;</li> <li>- виды испытаний;</li> <li>- испытания стендовые;</li> <li>- испытания ходовые;</li> <li>- сертификационные испытания.</li> </ul>
11	<p>Испытания машин (2 часть).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эксплуатационные испытания;</li> <li>- ускоренные испытания;</li> <li>- планирование и программа испытаний;</li> <li>- программа испытаний;</li> <li>- методика проведения испытаний.</li> </ul>
12	<p>Построение регрессионных и эмпирических моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методика построения регрессионных моделей;</li> <li>- методика построения эмпирических моделей.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
13	Испытания машин на надежность (1 часть). Рассматриваемые вопросы: - краткие сведения по теории вероятностей и математической статистике; - оценка числовых характеристик; - основные показатели надежности и их количественное описание; - обработка и оформление результатов испытаний.
14	Испытания машин на надежность (2 часть). Рассматриваемые вопросы: - 1-й план испытаний; - 2-й планы испытаний; - 3-й план испытаний.
15	Испытания на надежность (3 часть). Рассматриваемые вопросы: - формирование ремонтного комплекта; - оценка восстанавливаемости изделия; - оценка срока службы изделия.
16	Программа и план испытаний. Рассматриваемые вопросы: - алгоритм составления программы испытаний; - алгоритм составления плана испытаний; - оценка вероятности безотказной работы.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Составление матриц планирования 2-х и 3-х факторного эксперимента. В результате выполнения практического задания рассматриваются варианты определения значимых факторов и на их основе составляется матрица планирования 2-х и 3-х факторного эксперимента в соответствии с выданным индивидуальным заданием.
2	Оценка результатов эксперимента по критериям Фишера, Стьюдента и Кохрена. В результате выполнения практического задания студенты оценивают результаты проведенного эксперимента на воспроизводимость по критериям Кохрена, определяют коэффициенты уравнения регрессии и оценивают их значимость по критерию Стьюдента, затем проводят оценку адекватности уравнения регрессии по критерию Фишера.
3	Получение эмпирической функции распределения. В результате выполнения практического задания студенты проводят обработку статистических данных в соответствии с выданным индивидуальным заданием и строят эмпирическую функцию распределения.
4	Анализ уравнения регрессии. В результате выполнения практического задания студенты оценивают основные статистические показатели полученной функции распределения.
5	Технические измерения. Пи-теоремы. В результате выполнения практического задания на основании Пи-теоремы студенты получают критерии подобия основных физических величин.
6	Критериальные модели при испытаниях (критерии подобия). В результате выполнения практического задания студенты определяют коэффициенты критериальной

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	зависимости.
7	Статистические исследования наземного транспорта. В результате выполнения практического задания определяют основные среднестатистические величины результатов исследований и учатся анализировать полученные результаты.
8	Построение регрессионных и эмпирических моделей на основе физического моделирования технических систем. В результате выполнения практического задания на основе коэффициентов масштабного моделирования получают изменение параметров модели по массе, силе, прочности и другим техническим характеристикам.
9	Выбор датчиков и усилителей при проведении испытаний и исследований. В результате выполнения практического задания студенты подбирают типы датчиков для определения усилий изменения ветровой нагрузки, веса поднимаемого груза, углов поворота элементов конструкций и других параметров наземных транспортно-технологических машин в зависимости от степени их нагружения.
10	Определение срока службы изделия по результатам его изнашивания. Построение тарировочной прямой. В результате выполнения практического задания определяют срок службы подшипников качения и скольжения и других элементов машин.
11	Построение тарировочной прямой. В результате выполнения практического задания по результатам исследований и испытаний строится тарировочная прямая.
12	Технические измерения. В результате выполнения практического задания проводится оценка ошибки измерений в условиях изменения температурного режима, погрешности инструментов и т.п. Определяют полную погрешность измерений.
13	Формирование ремонтных комплектов. В результате выполнения практического задания проводят формирование ремонтных комплектов различных групп НТТК (гидравлической, электрической, металлоконструкций и т.п.).
14	Решение задач на испытания по плану 1 и по плану 2. В результате выполнения практического задания рассматриваются варианты оценки надежности систем и элементов НТТК по плану 1 и 2.
15	Разработка плана испытаний. В результате выполнения практического задания разрабатывается план проведения испытаний бульдозера, экскаватора, щебнеочистительной машины, грузоподъемных средств и т.д.
16	Разработка программы испытаний. В результате выполнения практического задания разрабатывается программа проведения испытаний бульдозера, экскаватора, щебнеочистительной машины, грузоподъемных средств и т.д.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Составление матриц планирования 2-х и 3-х факторного эксперимента (закрепление материала).
2	Оценка результатов эксперимента по критериям Фишера, Стьюдента и Кохрена (закрепление материала).
3	Построение и анализ регрессионной зависимости (закрепление материала).

№ п/п	Вид самостоятельной работы
4	Выбор датчиков и усилителей при проведении испытаний и исследований (закрепление материала).
5	Основные статистические характеристики (подготовка к практическим занятиям).
6	Виды изнашивания элементов и деталей НТТК (самостоятельное изучение).
7	Метод наименьших квадратов (подготовка к практическим занятиям).
8	Теория размерностей (подготовка к практическим занятиям).
9	Виды испытаний НТТК (закрепление материала).
10	Программа испытаний (подготовка к практическим занятиям).
11	План испытаний (подготовка к практическим занятиям).
12	Выполнение курсового проекта.
13	Подготовка к промежуточной аттестации.
14	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Курсовой проект выполняется на тему "Статистическая обработка экспериментальных данных для малой и большой выборки". Задание выполняется по вариантам. Выполнение курсового проекта предполагает использование статистических методов, т.е. проведение полной статистической обработки полученных в результате случайного эксперимента данных – случайной выборки.

Для заданной выборки должен быть построен интервальный статистический ряд, найдена эмпирическая функция распределения, построен ее график и построена кумулята. Далее следует найти эмпирическую плотность распределения и построить гистограмму и полигон. Вычислив выборочные моменты, следует построить теоретическую кривую. По виду гистограммы и теоретической кривой необходимо выдвинуть гипотезу о характере генерального распределения. Затем нужно провести статистическую проверку истинности выдвинутой гипотезы о характере генерального распределения на основании критерия Пирсона или Колмогорова, а также построить доверительные интервалы для неизвестных параметров распределения.

Численные расчеты можно провести с использованием калькулятора, а те, кто знаком с пакетами прикладных математических программ, могут их использовать.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).



№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	<p>Исследования и испытания наземных транспортно-технологических машин : учеб.-метод. пособие к курсовой работе для магистров напр. 23.04.02 / Л. А. Сладкова ; МИИТ. Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : МГУПС(МИИТ), 2016. - 8 с.</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/03-44099.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/03-44099.pdf</a>.</p>
2	<p>Моделирование при испытаниях : [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. спец. "Мехатроника и робототехника", "Наземные транспортно-технологические комплексы", "Наземные транспортно-технологические средства" / Л. А. Сладкова ; РУТ (МИИТ). Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : РУТ(МИИТ), 2017. - 89 с.</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-417.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-417.pdf</a>.</p>
3	<p>Исследования и испытания наземного транспорта : [Электронный ресурс] : учебно-метод. пособие к курсовой работе для напр. подготовки</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-949.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-949.pdf</a>.</p>

	<p>15.03.01 "Машиностроение",  15.03.06 "Мехатроника и робототехника",  15.04.06 "Мехатроника и робототехника",  23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов",  23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / Л. А. Сладкова, А. Н. Неклюдов ; МИИТ. Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : РУТ (МИИТ), 2019. - 49 с.</p>	
4	<p>Статистические исследования наземного транспорта : [Электронный ресурс] : учеб. пособие для напр. подготовки 15.03.01 "Машиностроение", 15.03.06 "Мехатроника и робототехника", 15.04.06 "Мехатроника и робототехника", 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01 "Наземные</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-955.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-955.pdf</a>.</p>

	<p>транспортно-технологические средства" / Л. А. Сладкова, А. Н. Неклюдов ; МИИТ. Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : РУТ (МИИТ), 2019. - 59 с.</p>	
5	<p>Грузоподъемные машины и оборудование : [Электронный ресурс] : учебно-метод. пособие к лаб. работам для напр. подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Л. А. Сладкова, П. А. Григорьев, В. В. Крылов, И. В. Трошко ; МИИТ. Каф. "Наземные транспортно-технологические средства". - М. : РУТ (МИИТ), 2020. - 40 с.</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-1188.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-1188.pdf</a>.</p>
6	<p>Исследования и испытания наземных транспортно-технологических машин : учеб. пособие для магистров спец. 23.04.02, 23.04.08 / Л. А. Сладкова ; МИИТ. Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические</p>	<p><a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/17-316.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/17-316.pdf</a>.</p>

	комплексы". - М. : МГУПС(МИИТ), 2016. - 275 с.	
7	Пробеговые испытания наземного транспорта : [Электронный ресурс] : учеб. пособие для магистрантов напр. "Наземные транспортно-технологические комплексы" и "Мехатроника и робототехника" / Л. А. Сладкова, А. В. Чемусов ; МИИТ. Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : РУТ(МИИТ), 2018. - 140 с.	<a href="http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-535.pdf">http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-535.pdf</a> .

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>),

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>),

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) (<http://ibooks.ru/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office (Word, Excel).

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

4. Специализированная аудитория для выполнения практических работ, оснащенная испытательными стендами, оборудованная рабочими столами, электрическими розетками, компьютером, проектором и экраном, и доступом в интернет.

5. Альбомы, плакаты и наглядные пособия.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 3 семестре.

Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

## Авторы

Профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Наземные транспортно-  
технологические средства»

Сладкова Любовь  
Александровна

## Лист согласования

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин