Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 31.10.2023 17:51:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

_____ /Л.Г. Итурралде/

«27» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы научных исследований»

Направление подготовки
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль подготовки
Инжиниринг и эксплуатация транспортных систем (прием 2021 г.)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная, заочная

Москва 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, уровень высшего образования БАКАЛАВРИАТ, направление подготовки 23.03.03«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Автор к.т.н., профессор Гусаров В.В.

Программа утверждена на заседании кафедры “Наземные транспортные средства” «21» июня 2021 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. /Смирнов И.А./

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы научных исследований»являются:

– формирование знаний о современных принципах, методах, средствах измерений и испытаний объектов техники транспортно-технологических машин и комплексов;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по разработке новых, более эффективных методов испытаний.

Основным задачами освоения дисциплины являются вопросы планирования экспериментов, обработки результатов с учётом создания регрессионных моделей с использованием современных компьютерных технологий, оценки точности полученных результатов, её повышения, а также инженерные методы экспериментальной оптимизации объектов техники транспортно-технологических машин и комплексов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Методы научных исследований» относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата. Она опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи. Формирует возможные варианты решения задач.	**знать:** • Теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов **уметь:** • Находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов

задач		транспортно-технологических машин и комплексов. **владеть:** • Методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. • Методами обработки и планирования экспериментов с использованием компьютерных технологий.
		знать: • Основы организации экспериментальных испытаний **уметь:** •Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологических машин и их элементов **владеть:** • Навыками составления плановэкспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологических машин и их элементов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Очная форма.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Методы научных исследований» изучаются на втором курсе.

Четвертый семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), семинарские занятия –1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Очно-заочная форма.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Методы научных исследований» изучаются на втором курсе.

Четвертый семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия –1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Заочная форма.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 92 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Методы научных исследований» изучаются на втором курсе.

Четвертый семестр: лекции – 8 часов, семинарские занятия – 8 часов, форма контроля – экзамен.

Содержание разделов дисциплины.

Введение

Предмет и задачи курса. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Роль и место экспериментальныхисследованийобъектов техники наземного транспорта в процессе их создания, доводки и эксплуатации.

Общие сведения о погрешности измерений. Оценка величины случайных и приборных погрешностей. Точность косвенных измерений.

Деление погрешностей на случайные, систематические и грубые. Использование методов математической статистики для исключения грубых погрешностей. Методы количественной оценки случайных погрешностей при многократных измерениях. Проверка нормальности распределения выборки повторных результатов измерений. Способы корректирования выборки для приведения ее к виду близкому к нормальному. Оценка наличия плавноменяющейся систематической погрешности в выборке результатов повторных измерений. Оценка значимости различия двух или нескольких средних результатов повторных измерений. Приборные погрешности и их количественная оценка. Количественная оценка результатов косвенных измерений с учетом вида аналитической связи. Общая оценка погрешности с учетом наличия случайных и приборных погрешностей.

Методы построения парных регрессионных моделей по данным экспериментов. Оценка точности моделей.

Виды регрессионных моделей. Выбор вида модели. Пассивное и активное планирование эксперимента. Метод наименьших квадратов в задачах по отысканию коэффициентов регрессионной модели. Способы оценки точности, коэффициентов модели и всей модели в целом (проверка адекватности модели). Оценка наличия линейной связи между фактором и параметром по коэффициенту корреляции. Методы получения нелинейных моделей парной регрессии через линеаризующие преобразования.

Методы построения многофакторных регрессионных моделей и задачи планирования эксперимента. Оценки моделей. Использование каталогов оптимальных планов.

Особенность использования МНК для построения регрессионных моделей из области исследования автомобильных и тракторных ДВС. Использование методов матричной алгебры для определения коэффициентов модели и ее дисперсионного анализа. Использование каталога оптимальных планов для планирования и обработки результатов экспериментов на примерах исследования агрегатов автомобилейи тракторов. Характеристики планов

эксперимента (ортогональность, ротатабельность, униформность, композиционность).

Методы экспериментальной доводки на базе современных методов оптимизации (симплекс-метод, метод крутого восхождения и др.).

Общие сведения о задачах и методах оптимизации. Методы отыскания оптимума для однофакторных задач: методы перебора, золотого сечения, Фибоначчи. Сравнение эффективности методов. Метод интерполяции. Примеры использования методов из практики доводки автомобильных двигателей. Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: перебора, покоординатного спуска, по образцу, симплекс-метод, метод крутого восхождения. Алгоритм методов, планы экспериментов, примеры из практики доводки автомобильных двигателей.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Методы научных исследований» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка и выполнение расчётных работ с использованием программных средств в компьютерном классе университета на семинарских занятиях;

– защита и обсуждение выполняемых индивидуальных расчётно-графических работ на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

– использование мультимедийных технологий для демонстрации программных методов создания и анализа регрессионных моделей на лекционных занятиях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом по дисциплине составляет 33% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 66% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

Каждый студент выполняет две самостоятельные расчётно-графические работы:

расчётно-графическая работа №1 «Оценка точности исследований расходов топлива автомобиля при установке разных свечей зажигания». При этом используются данные фактических материалов, приведённые в технической литературе.

Расчётно-графическая работа №2 «Создание и анализ регрессионной модели параметра двигателя по задаваемым экспериментальным данным». При этом используется, имеющийся на кафедре сборник, содержащий внешние скоростные характеристики различных автомобильных и тракторных ДВС (в электронном виде).

Контроль знаний студентов осуществляется в ходе приема самостоятельных работ, равномерно в течение семестра.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать:	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся

теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов	демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов	демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов, свободно оперирует приобретёнными знаниями.
уметь: находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексов.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексовДопускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. ● Метода	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами обеспечения необходимой точности и надёжности	Обучающийся владеет методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. Методами обработки и планирования экспериментов с использованием компьютерных	Обучающийся частично владеет методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. Методами обработки и планирования экспериментов с использованием	Обучающийся в полном объеме владеет методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. Методами обработки

ми обработки и планирования экспериментов с использование м компьютерных технологий.	результатов экспериментал ьных исследований. Методами обработки и планирования экспериментов с использование м компьютерных технологий.	технологийв неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	компьютерных технологий. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	и планирования экспериментов с использованием компьютерных технологий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
знать: ● Основы организации экспериментальных испытаний	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основы организации экспериментал ьных испытаний.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний Основы организации экспериментальных испытаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основы организации экспериментальных испытаний, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основы организации экспериментальных испытаний, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: ● Провод ить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологически х машин и их элементов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологическ их машин и их элементов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологических машин и их элементовДопускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологических машин и их элементов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологических машин и их элементовСвободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками составления	Обучающийся не владеет или в	Обучающийся владеет навыками составления планов экспериментов с	Обучающийся частично владеет навыками составления планов	Обучающийся в полном объеме владеет навыками

планов экспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологически х машин и их элементов. •	недостаточной степени владеет навыками составления планов экспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологическ их машин и их элементов. .	учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологических машин и их элементов. в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	экспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологических машин и их элементов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	составления планов экспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологических машин и их элементов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения

	при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65949.

б) дополнительная литература:

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5107.
2.Шашурин, В.Д. Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Д. Шашурин, О.С. Нарайкин, С.А. Воронов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 74 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/52239.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Кафедральный ресурс. Программа для создания и анализа регрессионных моделей в среде Mathcad.
2. Интернет ресурс на сайте: http://borisov.3dn.ru/load/kurs_lekcij_osnovy_nauchnykh_issledovanij/1-1-0-12

Полезная литература:

1. Брюховец А.А., Вячеславова О.Ф., Грибанов Д.Д. и др.; под общ. Ред. С.А.Зайцева. Метрология. Учебник.– 2-е изд., перераб. И доп. – М.: ФОРУМ, 2011. – 464 с.

2. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. 2015г. -495с.

3. ГОСТ 14846.Двигатели автомобильные Методы стендовых испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2003.

4. ГОСТ 18509. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2003.

5. Гусаров В.В. Некоторые методы оптимизации автомобильных двигателей: Учебное пособие. – М.: МАСИ (ВТУЗ-ЗИЛ), 1995. – 51 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с проектором, экраном. Компьютерный класс с выходом в корпоративную сеть Московского политехнического университета. Учебные испытательные стенды в лаборатории. Система автоматизированного сбора и обработки информации при испытаниях агрегатов и приборов объектов наземного транспорта, измерительная аппаратура.На кафедре имеется учебная папка раздаточных материалов, которая содержит файл данных испытаний различных агрегатов наземного транспорта (в электронном виде) для выполнения студентами самостоятельных работ по созданию регрессионных моделей на базе этих данных.

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 23.03.03«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

ОП (профиль): «Инжиниринг и эксплуатация транспортных систем»

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Вид профессиональной деятельности:
в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра: Наземные транспортные средства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Методы научных исследований»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
перечень вопросов на экзамен
темы практических работ
образцы вопросов

Составитель:

к.т.н., профессорВ.В.Гусаров

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Методы научных исследований					
ФГОС ВО **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **универсальные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**знать:** • Теоретические основы методов планирования и обработки результатов экспериментов, применяемых при исследованиях объектов транспортно-технологических машин и комплексов **уметь:** • Находить оптимальные методы исследований с учётом конкретных целей и свойств объектов транспортно-технологических машин и комплексов. **владеть:**	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	ПР, Э	**Базовый уровень** – способен решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям. **Повышенный уровень** – способен решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям.

		• Методами обеспечения необходимой точности и надёжности результатов экспериментальных исследований. • Методами обработки и планирования экспериментов с использованием компьютерных технологий.			
		знать: • Основы организации экспериментальных испытаний **уметь:** •Проводить технические испытания и научные эксперименты транспортно-технологических машин и их элементов **владеть:** • Навыками составления планов экспериментов с учётом представления основных результатов в виде регрессионных моделей для исследуемых параметров транспортно-технологических машин и их элементов.	лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия	ПР, Э	**Базовый уровень** – способен решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям. **Повышенный уровень** – способен решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям.

Перечень оценочных средств по дисциплине:

«Методы научных исследований»

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (ПР)	Самостоятельные, практические работы студентов, предназначенные для детального, практического изучения предмета.	Список практических работ с описанием: 1. Название работы №1: «Оценка случайных ошибок измерения топливной экономичности при испытании различных свечей зажигания на автомобиле ВАЗ 2109». Работа выполняется по фактическим данным, опубликованным в технической литературе, об экономичности автомобиля ВАЗ 2109 (расход топлива на 100км. пути, т.н. городской цикл) с ДВС, оборудованном разным комплектом свечей. Для каждого варианта приведены результаты нескольких заездов. Содержание работы включает определение величины случайной ошибки для заданного варианта исследования (каждый студент получает отдельное индивидуальное задание). Оценивается надёжность выполненного расчёта, выполняется оценка значимости различия полученного результата экономичностидля исследованного варианта сравнительно с иным комплектом свечей. 2. Название работы №2: «Разработка регрессионных моделей для экспериментальных данных исследования основных энергоэкономических параметров автомобильных двигателей». Работа выполняется по фактическим данным энергоэкономических параметров различных ДВС, опубликованных в технической литературе. По этим дискретным (табличным) данным студенты находят различные регрессионные модели, выполняют операции интерполяции и

			экстраполяции, осуществляют поиск экстремумов, сравнивают точность различных регрессионных моделей. Работа выполняется с использованием компьютерных технологий.
2	Экзамен (Э)	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практических заданий.	Вопросы к экзамену

1. Пример задания для практической работы №2 (УК-1)

Задание для самостоятельной работы по курсу:
“Методы научных исследований”
Раздел:
Обработка результатов экспериментальных исследований с использованием компьютерных технологий.

Задание

Найти регрессионную модель для зависимости значений крутящего момента двигателя M_e от частоты вращения коленчатого вала $M_e=f(n)$ по внешней скоростной характеристике дизельного двигателя БМВ-535d легкового автомобиля.

Получить кубическую сплайн-интерполяцию.

Найти разными методами экстраполяции 2 следующие точки. Найти методами интерполяции значения в двух промежуточных точках. Построить графики. Найти точку экстремума (значение крутящего момента и соответствующую частоту вращения).

Экспериментальные данные:

n (x) об/мин	**1000**	**1500**	**2000**	**2500**	**3000**	**3500**	**4000**	**4500**	**5000**
M_e (y) Нм	350	525	560	550	540	520	470	435	350

2. Список вопросов для экзамена по дисциплине (УК-1)

1. Виды погрешностей экспериментальных измерений.
2. Характеристики погрешностей, методы их уменьшения и исключения. Использование компьютерных технологий (приложения Mathcad) для

обработки результатов экспериментов с целью получения регрессионных МНК моделей.

3. Способы проверки нормального характера распределения результатов повторных измерений.
4. Метод покоординатного спуска для отыскания оптимума в инженерной задаче (алгоритм, сравнение с методом простого перебора).
5. Методы преобразования результатов повторных измерений для приведения выборки к нормальному закону распределения.
6. Использование компьютерных технологий (приложения Excel) для обработки результатов экспериментов с целью получения регрессионных МНК моделей.
7. Методы оценок наличия грубых погрешностей среди результатов повторных измерений.
8. Использование методов матричной алгебры для получения многофакторных регрессионных МНК моделей. Общий алгоритм.
9. Оценка точности среднего при повторных измерениях.
10. Общий алгоритм оптимизации многофакторной инженерной задачи методом крутого восхождения.
11. Табличные методы исключения грубых погрешностей из ряда повторных. Определение координат вершин симплекса и координаты отраженной вершины для симплексного метода оптимизации (привести численный пример из практики доводки двигателя).
12. Определение числа повторных измерений для определения требуемой точности при наличии случайных погрешностей.
13. Использование каталога оптимальных планов при планировании экспериментов с целью получения регрессионных многофакторных моделей в виде полиномов.
14. Характеристика планов.
15. Общий алгоритм таких исследований.
16. Оценка приборной погрешности.
17. Класс точности прибора.
18. Абсолютная приборная погрешность.
19. Алгоритм симплексного метода поиска оптимума для многофакторных инженерных задач (понятие о симплексе, отражении, выборе шагов эксперимента, размере симплекса).
20. Оценка значимости различия двух средних результатов измерений при наличии случайных погрешностей.
21. Поисковый метод золотого сечения для отыскания оптимума (для однофакторной задачи).
22. Преимущество перед методом перебора.
23. Метод оценки наличия плавно меняющейся погрешности в выборке результатов повторных измерений.
24. Инженерные методы отыскания оптимума для многофакторных задач (суть и сравнение разных методов).

25. Примерная оценка случайной погрешности по известному среднеквадратичному отклонению.
26. Метод получения нелинейных парных регрессионных моделей через линеаризирующие преобразования (алгоритм метода, выбор нелинейной модели).
27. Оценка приборной погрешности.
28. Класс точности прибора.
29. Поисковый метод Фибоначчи для отыскания оптимума (для однофакторной задачи).
30. Способы уменьшения приборной погрешности при измерениях.
31. Методы построения и дисперсионного анализа регрессионной модели на примере простой парной линейной (оценка адекватности модели, значимости коэффициентов, коэффициента парной корреляции).
32. Методы одновременного учета приборной и случайной погрешности результатов измерений.
33. Обработка результатов экспериментов с целью получения интерполяционных моделей в виде кубического сплайна с использованием компьютерных технологий (приложения Mathcad).
34. Способы отыскания экстремумов по таким моделям.
35. Оценка абсолютной и относительной погрешности результата косвенного измерения по известной погрешности прямого измерения (для случая, когда результат косвенного измерения является функцией одного прямого измерения). Пример из практики доводки двигателя.
36. Определение коэффициентов эмпирической формулы на базе метода наименьших квадратов (МНК). Графическая иллюстрация сути метода. Оценка абсолютной и относительной погрешности результата косвенного измерения по известным погрешностям нескольких прямых измерений (для случая, когда результат косвенного измерения определяется функцией нескольких прямых измерений). Пример из практики доводки двигателя. Дисперсионный анализ для оценок эмпирических формул.
37. Способы представлений результатов экспериментальных исследований для одно- и многофакторных зависимостей. Виды зависимостей.
38. Способы подбора структуры эмпирических формул.
39. Метод квадратичной интерполяции для отыскания оптимума в однофакторной инженерной задаче (пример из практики доводки двигателя). Оценка необходимости выполнения повторных измерений (для каждой точки) при экспериментальных исследованиях. Примерная оценка числа повторных измерений.
40. Определение экстремальных точек экспериментальных исследований по данным полиномиальных регрессионных моделей с использованием компьютерных технологий (приложения Mathcad).

41. Оценка ошибок, связанных с вычислительными процедурами обработки результатов экспериментальных исследований. Рекомендации по организации вычислений.
42. Основные задачи и методы оптимизации в инженерных исследованиях. Примеры из практики доводки двигателей.
43. Оценка абсолютных и относительных ошибок при экспериментальных исследованиях на примерах из практики доводки ДВС.
44. Учёт свойств различных полиномиальных регрессионных моделей МНК при их выборе для описания результатов экспериментальных исследований.

3. Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет, кафедра «Наземные транспортные средства»
Дисциплина «Методы научных исследований»Образовательная программа 23.03.03 «Инжиниринг и эксплуатация транспортных систем»
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Определение числа повторных измерений для определения требуемой точности при наличии случайных погрешностей.
2. Способы представлений результатов экспериментальных исследований для одно- и многофакторных зависимостей. Виды зависимостей.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 201_ г., протокол №__.

Зав. кафедрой _____ / И.А. Смирнов/

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Методы научных исследований»
по направлению подготовки
23.03.03«Наземные транспортно-технологические комплексы»(бакалавр)

Очная форма

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Четвертый семестр														
1	Предмет и задачи курса. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Роль и место экспериментальных исследований объектов техники наземного транспорта в процессе их создания, доводки и эксплуатации.	4	1	2			3								
2	Деление погрешностей на случайные, систематические и грубые. Использование методов математической статистики для исключения грубых погрешностей.	4	2	2	2		3								
3	Методы количественной оценки случайных погрешностей при многократных измерениях. Проверка нормальности	4	3	2	2		3								

	распределения выборки повторных результатов измерений.														
4	Способы корректирования выборки для приведения ее к виду близкому к нормальному. Оценка наличия плавноменяющейся систематической погрешности в выборке результатов повторных измерений. Практическая работа №1: «Оценка случайных ошибок измерения топливной экономичности при испытании различных свечей зажигания на автомобиле ВАЗ 2109».	4	4	2	2		3								
5	Приборные погрешности и их количественная оценка. Количественная оценка результатов косвенных измерений с учетом вида аналитической связи. Общая оценка погрешности с учетом наличия случайных и приборных погрешностей.	4	5	2			3								
6	Виды регрессионных моделей. Выбор вида модели. Пассивное и активное планирование эксперимента	4	6	2	2		3								
7	Метод наименьших квадратов в задачах по отысканию коэффициентов регрессионной модели.	4	7	2			3								
8	Способы оценки точности, коэффициентов модели и всей модели в целом (проверка	4	8	2			3								

	адекватности модели).														
9	Оценка наличия линейной связи между фактором и параметром по коэффициенту корреляции .	4	9	2	2		3								
10	Методы получения нелинейных моделей парной регрессии через линеаризующие преобразования.	4	10	2			3								
11	Особенность использования МНК для построения регрессионных моделей из области исследования автомобильных и тракторных ДВС.Практическая работа №2:«Разработка регрессионных моделей для экспериментальных данных исследования основных энергоэкономических параметров автомобильных двигателей».	4	11	2	2		3								
12	Использование методов матричной алгебры для определения коэффициентов модели и ее дисперсионного анализа.	4	12	2	2		3								
13	Использование каталога оптимальных планов для планирования и обработки результатов экспериментов на примерах исследования агрегатов автомобилей и тракторов	4	13	2			3								
14	Характеристики планов эксперимента (ортогональность, ротатабельность, униформность, композиционность).	4	14	2	2		3								
15	Общие сведения о задачах и	4	15	2			3								

	методах оптимизации. Методы отыскания оптимума для однофакторных задач: методы перебора, золотого сечения, Фибоначчи.														
16	Сравнение эффективности методов. Метод интерполяции. Примеры использования методов из практики доводки автомобилей. Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: перебора, покоординатного спуска, по образцу.	4	16	2			3								
17	Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: симплекс-метод, метод крутого восхождения. Алгоритм методов, планы экспериментов, примеры из практики доводки автомобилей.	4	17	2	2		3								
18	Итоговое занятие.	4	18	2			3								
	Форма аттестации		19-21											+	
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре			36	18		54								

Очно-заочная форма

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Четвертый семестр														

1	Предмет и задачи курса. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Роль и место экспериментальных исследований объектов техники наземного транспорта в процессе их создания, доводки и эксплуатации.	4	1	1			4								
2	Деление погрешностей на случайные, систематические и грубые. Использование методов математической статистики для исключения грубых погрешностей.	4	2	1	2		4								
3	Методы количественной оценки случайных погрешностей при многократных измерениях. Проверка нормальности распределения выборки повторных результатов измерений.	4	3	1	2		4								
4	Способы корректирования выборки для приведения ее к виду близкому к нормальному. Оценка наличия плавноменяющейся систематической погрешности в выборке результатов повторных измерений. Практическая работа №1: «Оценка случайных ошибок измерения топливной экономичности при испытании различных свечей зажигания на автомобиле ВАЗ 2109».	4	4	1	2		4								
5	Приборные погрешности и их	4	5	1			4								

	количественная оценка. Количественная оценка результатов косвенных измерений с учетом вида аналитической связи. Общая оценка погрешности с учетом наличия случайных и приборных погрешностей.														
6	Виды регрессионных моделей. Выбор вида модели. Пассивное и активное планирование эксперимента	4	6	1	2		4								
7	Метод наименьших квадратов в задачах по отысканию коэффициентов регрессионной модели.	4	7	1			4								
8	Способы оценки точности, коэффициентов модели и всей модели в целом (проверка адекватности модели).	4	8	1			4								
9	Оценка наличия линейной связи между фактором и параметром по коэффициенту корреляции .	4	9	1	2		4								
10	Методы получения нелинейных моделей парной регрессии через линеаризующие преобразования.	4	10	1			4								
11	Особенность использования МНК для построения регрессионных моделей из области исследования автомобильных и тракторных ДВС. Практическая работа №2:«Разработка регрессионных моделей для экспериментальных данных исследования основных	4	11	1	2		4								

	энергоэкономических параметров автомобильных двигателей».														
12	Использование методов матричной алгебры для определения коэффициентов модели и ее дисперсионного анализа.	4	12	1	2		4								
13	Использование каталога оптимальных планов для планирования и обработки результатов экспериментов на примерах исследования агрегатов автомобилей и тракторов	4	13	1			4								
14	Характеристики планов эксперимента (ортогональность, ротатабельность, униформность, композиционность).	4	14	1	2		4								
15	Общие сведения о задачах и методах оптимизации. Методы отыскания оптимума для однофакторных задач: методы перебора, золотого сечения, Фибоначчи.	4	15	1			4								
16	Сравнение эффективности методов. Метод интерполяции. Примеры использования методов из практики доводки автомобилей. Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: перебора, покоординатного спуска, по образцу.	4	16	1			4								
17	Методы отыскания оптимума для	4	17	1	2		4								

	многофакторных задач: симплекс-метод, метод крутого восхождения. Алгоритм методов, планы экспериментов, примеры из практики доводки автомобилей.														
18	Итоговое занятие.	4	18	1			4								
	Форма аттестации		19-21											+	
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре			18	18		72								

Заочная форма

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Четвертый семестр														
1	Предмет и задачи курса. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Роль и место экспериментальных исследований объектов техники наземного транспорта в процессе их создания, доводки и эксплуатации.	4	1	0,5			5								
2	Деление погрешностей на случайные, систематические и грубые. Использование методов математической статистики для исключения грубых погрешностей.	4	2	0,5	1		5								

3	Методы количественной оценки случайных погрешностей при многократных измерениях. Проверка нормальности распределения выборки повторных результатов измерений.	4	3	0,5	1		5								
4	Способы корректирования выборки для приведения ее к виду близкому к нормальному. Оценка наличия плавноменяющейся систематической погрешности в выборке результатов повторных измерений. Практическая работа №1: «Оценка случайных ошибок измерения топливной экономичности при испытании различных свечей зажигания на автомобиле ВАЗ 2109».	4	4	0,5	1		5								
5	Приборные погрешности и их количественная оценка. Количественная оценка результатов косвенных измерений с учетом вида аналитической связи. Общая оценка погрешности с учетом наличия случайных и приборных погрешностей.	4	5	0,5			5								
6	Виды регрессионных моделей. Выбор вида модели. Пассивное и активное планирование эксперимента	4	6	0,5	1		5								
7	Метод наименьших квадратов в задачах по отысканию коэффициентов регрессионной	4	7	0,5			5								

	модели.														
8	Способы оценки точности, коэффициентов модели и всей модели в целом (проверка адекватности модели).	4	8	0,5			5								
9	Оценка наличия линейной связи между фактором и параметром по коэффициенту корреляции .	4	9	0,5	1		5								
10	Методы получения нелинейных моделей парной регрессии через линеаризующие преобразования.	4	10	0,5			5								
11	Особенность использования МНК для построения регрессионных моделей из области исследования автомобильных и тракторных ДВС. Практическая работа №2:«Разработка регрессионных моделей для экспериментальных данных исследования основных энергоэкономических параметров автомобильных двигателей».	4	11	0,5	1		5								
12	Использование методов матричной алгебры для определения коэффициентов модели и ее дисперсионного анализа.	4	12	0,5	1		5								
13	Использование каталога оптимальных планов для планирования и обработки результатов экспериментов на примерах исследования агрегатов автомобилей и тракторов	4	13	0,5			5								
14	Характеристики планов эксперимента (ортогональность,	4	14	0,5	0,5		5								

	ротатабельность, униформность, композиционность).														
15	Общие сведения о задачах и методах оптимизации. Методы отыскания оптимума для однофакторных задач: методы перебора, золотого сечения, Фибоначчи.	4	15	0,25			5								
16	Сравнение эффективности методов. Метод интерполяции. Примеры использования методов из практики доводки автомобилей. Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: перебора, покоординатного спуска, по образцу.	4	16	0,25			5								
17	Методы отыскания оптимума для многофакторных задач: симплекс-метод, метод крутого восхождения. Алгоритм методов, планы экспериментов, примеры из практики доводки автомобилей.	4	17	0,25	0,5		6								
18	Итоговое занятие.	4	18	0,25			6								
	Форма аттестации		19-21											+	
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре			8	8		92								