Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.08.2026 15:23:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18b1a6

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

Передовая инженерная школа технологического лидерства FDR

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /П.Итурралде /
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Перспективные конструкционные и эксплуатационные материалы для гоночных автомобилей

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
Гоночный инжиниринг

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Преподаватель,
без учёной степени  /А.С.Саринов/

Согласовано:
Отдел организации
и управления учебным
процессом  /Д.Т.Хамдамова/

Руководитель
образовательной программы
директор  / П.Итурралде/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3 Содержание дисциплины 7
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
   - 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 8
   - 4.2 Основная литература 8
   - 4.3 Дополнительная литература 8
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 11
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
   - 7.3 Оценочные средства 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний о современных и перспективных конструкционных и эксплуатационных материалах, применяемых в гоночных автомобилях, а также способности ставить и решать научно-технические задачи по обоснованному выбору материалов для компонентов гоночных автомобилей с использованием естественнонаучных и математических моделей.

Задачи дисциплины

- изучить классификацию и свойства современных конструкционных материалов, применяемых в автоспорте (металлы и сплавы, полимерные композиты, керамика);
- освоить принципы выбора материалов с учётом эксплуатационных нагрузок и условий работы компонентов гоночного автомобиля;
- сформировать знания о перспективных материалах (углепластики, гибридные композиты, наноструктурированные материалы) и технологиях их применения;
- изучить методы расчёта и прогнозирования поведения материалов под действием механических, тепловых и динамических нагрузок с использованием математических моделей;
- освоить принципы выбора эксплуатационных материалов (масла, смазки, технические жидкости, фрикционные материалы) для гоночных условий эксплуатации;
- сформировать навыки постановки научно-технической задачи обоснования выбора материала на основе расчётных моделей и экспериментальных данных.

Обучение по дисциплине «Перспективные конструкционные и эксплуатационные материалы для гоночных автомобилей» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ИОПК-1.1. Знает классификацию, свойства и области применения современных и перспективных конструкционных материалов в гоночных автомобилях; принципы выбора эксплуатационных материалов с учётом условий работы; математические модели, описывающие поведение материалов под нагрузкой. ИОПК-1.2. Умеет ставить и решать научно-технические задачи обоснованного выбора материала для конкретного компонента гоночного автомобиля с использованием расчётных моделей; проводить сравнительный анализ материалов по комплексу эксплуатационных характеристик. ИОПК-1.3.Владеет навыками применения естественнонаучных и математических моделей при решении задач выбора и обоснования материалов; методами анализа экспериментальных данных о свойствах материалов применительно к условиям эксплуатации гоночного автомобиля.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

«Перспективные конструкционные и эксплуатационные материалы для гоночных автомобилей» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Эксплуатация гоночного автомобиля
- Исследования и испытания гоночных автомобилей
- Конструкция гоночного автомобиля
- Системы безопасности гоночного автомобиля

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
1.1	Лекции		18
1.2	Семинарские/практические занятия		18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**108**	108
3	**Промежуточная аттестация**		
		Зачет	
	Итого	**144**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Классификация и основные свойства конструкционных материалов гоночных автомобилей	16	2	2		-	14
2	Металлы и сплавы: сталь, алюминий, титан в конструкции гоночного автомобиля		2	2			14
3	Полимерные композиционные материалы (углепластики, стеклопластики)	16	4	4		-	16
4	Перспективные и гибридные материалы: наноструктурированные материалы, металлокомпозиты	16	2	2		-	14
5	Методы расчёта и прогнозирования поведения материалов под нагрузкой		2	2			14
6	Эксплуатационные материалы: моторные и трансмиссионные масла, технические жидкости	16	2	2		-	12
7	Фрикционные материалы и материалы тормозных систем	16	2	2		-	12

8	Методы испытаний и контроля качества материалов	16	2	2		-	12
Итого		**144**	**18**	**18**			**108**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация и основные свойства конструкционных материалов гоночных автомобилей. Рассматривается общая классификация конструкционных материалов, применяемых в автоспорте: металлы, полимеры, композиты, керамика. Изучаются основные механические, физические и технологические свойства материалов, определяющие их пригодность для применения в гоночных автомобилях. Анализируются критерии выбора материала с учётом удельной прочности, жёсткости и массы. Обсуждаются требования регламентов к применяемым материалам в различных гоночных сериях. Рассматриваются современные тенденции применения новых материалов в конструкции гоночных автомобилей.

Тема 2. Металлы и сплавы: сталь, алюминий, титан в конструкции гоночного автомобиля. Изучаются свойства и области применения высокопрочных сталей, алюминиевых и титановых сплавов в конструкции гоночных автомобилей. Рассматриваются технологии термической и механической обработки, влияющие на свойства металлических материалов. Анализируется применение металлов для изготовления элементов подвески, трансмиссии, крепёжных узлов и каркаса безопасности. Обсуждаются вопросы коррозионной стойкости и усталостной прочности металлических конструкций. Рассматриваются критерии выбора металлического материала для конкретного узла с учётом условий эксплуатации.

Тема 3. Полимерные композиционные материалы (углепластики, стеклопластики). Рассматривается структура и принципы армирования полимерных композиционных материалов. Изучаются свойства углепластиков и стеклопластиков, применяемых для изготовления кузовных панелей, монокока, аэродинамических элементов. Анализируются технологии изготовления

композитных деталей (выкладка, автоклавное формование, RTM). Обсуждаются вопросы анизотропии свойств композитов и их учёта при проектировании. Рассматриваются критерии выбора схемы армирования для различных нагруженных элементов конструкции.

Тема 4. Перспективные и гибридные материалы: наноструктурированные материалы, металлокомпозиты. Изучаются перспективные направления развития материалов для автоспорта: наноструктурированные материалы, металломатричные композиты, гибридные слоистые материалы. Рассматриваются особенности их структуры и уникальные эксплуатационные свойства. Анализируются перспективы применения данных материалов в высоконагруженных узлах гоночных автомобилей. Обсуждаются технологические и экономические ограничения внедрения перспективных материалов. Рассматриваются примеры исследовательских разработок и прототипных решений с использованием перспективных материалов.

Тема 5. Методы расчёта и прогнозирования поведения материалов под нагрузкой. Рассматриваются математические модели, описывающие упругое, пластическое и вязкоупругое поведение конструкционных материалов. Изучаются методы расчёта прочности и долговечности материалов с использованием критериев разрушения. Анализируются модели усталостного разрушения материалов при циклическом нагружении. Обсуждаются методы численного моделирования поведения композиционных материалов (гомогенизация, слоистые модели). Рассматриваются подходы к верификации расчётных моделей по результатам эксперимента.

Тема 6. Эксплуатационные материалы: моторные и трансмиссионные масла, технические жидкости. Изучаются классификация и основные эксплуатационные характеристики моторных и трансмиссионных масел, применяемых в гоночных автомобилях. Рассматриваются требования к тормозным и охлаждающим жидкостям в условиях повышенных термических нагрузок. Анализируется влияние эксплуатационных материалов на надёжность и ресурс узлов гоночного автомобиля. Обсуждаются критерии выбора технических жидкостей с учётом

специфики гоночных условий эксплуатации. Рассматриваются современные разработки в области специализированных гоночных смазочных материалов.
Тема 7. Фрикционные материалы и материалы тормозных систем. Рассматриваются типы фрикционных материалов, применяемых в тормозных системах и сцеплении гоночных автомобилей (металлокерамика, углерод-керамика, органические композиции). Изучаются требования к фрикционным материалам в условиях высоких температур и интенсивных циклов торможения. Анализируются механизмы износа и деградации фрикционных материалов. Обсуждаются критерии выбора материала тормозных дисков и накладок для различных гоночных дисциплин. Рассматриваются перспективные разработки в области фрикционных материалов.
Тема 8. Методы испытаний и контроля качества материалов. Изучаются стандартные методы механических испытаний конструкционных материалов (на растяжение, сжатие, изгиб, усталость). Рассматриваются методы неразрушающего контроля качества материалов и деталей (ультразвуковой, рентгеновский, капиллярный контроль). Анализируются методы испытаний композиционных материалов с учётом их анизотропии. Обсуждаются процедуры входного контроля материалов при изготовлении гоночных автомобилей. Рассматриваются требования нормативных документов к порядку проведения испытаний материалов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Практические занятия

Тема 1. Сравнительный анализ характеристик конструкционных материалов. Обучающиеся проводят сравнительный анализ удельных механических характеристик различных конструкционных материалов (сталь, алюминий, титан, композиты) на основе справочных данных. Выполняется расчёт удельной прочности и жёсткости для заданных условий нагружения. Обсуждаются критерии выбора материала для конкретного узла гоночного автомобиля. Анализируется влияние стоимости материала на итоговое конструктивное решение. Формируется отчёт по результатам сравнительного анализа.
Тема 2. Расчёт и обоснование выбора металлического материала для узла

конструкции. Обучающиеся выполняют расчёт нагруженности заданного узла (например, рычага подвески) и подбирают металлический материал с учётом требуемого запаса прочности. Проводится анализ влияния термической обработки на свойства выбранного материала. Обсуждаются вопросы технологичности изготовления детали из выбранного материала. Составляется отчёт с результатами обоснования выбора материала.

Тема 3. Проектирование схемы армирования композитной детали. Обучающиеся разрабатывают схему армирования (укладки слоёв) композитной детали для заданных условий нагружения. Проводится расчёт эффективных механических характеристик композита с использованием методов гомогенизации. Анализируется влияние ориентации волокон на прочность и жёсткость детали. Обсуждаются технологические ограничения при изготовлении разработанной схемы армирования. Составляется отчёт с результатами проектирования.

Тема 4. Анализ перспективных материалов для конкретного применения. Обучающиеся на основе научно-технической литературы анализируют характеристики одного из перспективных материалов (наноструктурированного, гибридного) применительно к заданному узлу гоночного автомобиля. Оценивается потенциальный эффект от внедрения материала (снижение массы, повышение прочности). Обсуждаются технологические барьеры внедрения. Формулируются выводы о целесообразности применения материала. Составляется аналитический отчёт.

Тема 5. Расчёт усталостной долговечности материала. Обучающиеся выполняют расчёт усталостной долговечности заданного элемента конструкции при циклическом нагружении с использованием кривой усталости материала. Проводится анализ влияния амплитуды и частоты нагружения на расчётный ресурс детали. Обсуждаются методы повышения усталостной прочности конструкции. Составляется отчёт с результатами расчёта.

Тема 6. Выбор эксплуатационных материалов для заданных условий эксплуатации. Обучающиеся на основе технической документации подбирают моторное/трансмиссионное масло и технические жидкости для заданных условий эксплуатации гоночного автомобиля (тип двигателя, температурный режим,

регламент соревнований). Обосновывается выбор с учётом эксплуатационных характеристик материалов. Обсуждаются риски применения неподходящих технических жидкостей. Составляется отчёт с результатами выбора.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствуют курсовые проекты согласно учебному плану

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

- ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (уровень магистратуры);
- ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»;
- ГОСТ 25.601-80 «Расчёты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композитных материалов»;
- ГОСТ 32794-2014 «Материалы полимерные композиционные. Методы испытаний»;
- ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» (в части эксплуатационных материалов);
- Технические регламенты FIA в части применяемых материалов гоночных автомобилей (актуальная редакция).

Основная литература

- Арзамасов Б. Н., Соловьёва Т. В. Материаловедение: учебник для вузов. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана.
- Кербер М. Л. Композиционные материалы: структура, свойства, технологии. — СПб.: Профессия.
- Комаров Г. В. Полимерные конструкционные материалы: учебное пособие. — М.: Химия.

4.2 Дополнительная литература

- Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. — СПб.: Научные основы и технологии.
- Материалы технических регламентов FIA по применяемым материалам (актуальная редакция, официальный сайт FIA).
- Периодические издания и материалы конференций по тематике материаловедения в автоспорте (актуальные выпуски).

4.3 Электронные образовательные ресурсы

- Электронно-библиотечная система вуза;
- Образовательный портал вуза (курс дисциплины, методические материалы, презентации лекций);
- Национальная электронная библиотека (НЭБ).

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

- Специализированное ПО для расчёта и моделирования поведения материалов (ANSYS Composite PrepPost, либо свободный аналог — Helius/CalculiX);
- Пакет офисного ПО (Microsoft Office / LibreOffice);
- Справочные базы данных свойств материалов (MatWeb и аналогичные — при доступности).

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Научная электронная библиотека ;

База данных стандартов «Техэксперт» / «Кодекс»;

Справочно-правовые системы «КонсультантПлюс» / «Гарант»;

Базы данных свойств конструкционных материалов (отечественные и международные справочные ресурсы).

5. Материально-техническое обеспечение

Учебная лаборатория материаловедения, оснащённая оборудованием для механических испытаний образцов материалов;

Компьютерный класс с установленным специализированным программным обеспечением для расчёта материалов;

Мультимедийное оборудование для проведения лекционных и практических занятий.

6. Методические рекомендации

5.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекции и лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекционные занятия. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, ответить на вопросы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на лабораторных занятиях, должны быть максимально приближены к темам последних лекций по данной дисциплине. В связи с указанным, целесообразен тесный контакт лектора с преподавателями, ведущими практические занятия.

Изучение дисциплины завершается зачетом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

5.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено

учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов устройства транспортных средств, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретического материала, подготовку к лекционным, лабораторным занятиям; выполнение контрольных заданий.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачами самостоятельной работы студента являются:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и/или экзамену.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с технической литературой. Научиться работать с технической литературой - важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с технической литературой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное усвоить и применить на практике.

6. Фонд оценочных средств

6.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

- подготовка и выполнение лабораторных работ;
- выполнение контрольный заданий.

6.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	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 другие конструкции.
Не зачтено	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 другие конструкции.

6.3 Оценочные средства

6.3.1. Текущий контроль

Темы рефератов:

- защита отчётов по практическим занятиям;
- тестовые задания по разделам дисциплины;
- решение расчётных задач по выбору и обоснованию материалов.

6.3.2. Промежуточная аттестация

Список вопросов к зачету:

1. Приведите классификацию конструкционных материалов, применяемых в гоночных автомобилях.
2. Каковы особенности применения высокопрочных сталей в конструкции гоночного автомобиля?
3. Опишите свойства и области применения алюминиевых и титановых сплавов в автоспорте.
4. Какова структура и принципы армирования полимерных композиционных материалов?
5. Какие технологии изготовления композитных деталей применяются в автоспорте?
6. Опишите перспективные направления развития материалов (наноструктурированные, гибридные материалы).
7. Какие математические модели применяются для расчёта поведения материалов под нагрузкой?
8. Опишите методы расчёта усталостной долговечности конструкционных материалов.
9. Какие эксплуатационные материалы применяются в гоночных автомобилях и каковы критерии их выбора?
10. Опишите типы фрикционных материалов тормозных систем и их сравнительные характеристики.
11. Какие методы неразрушающего контроля применяются для оценки качества материалов?
12. Каковы требования регламентов FIA к применяемым в гоночных автомобилях материалам?
13. Приведите пример расчёта эффективных механических характеристик композита методом гомогенизации.
14. Какие факторы влияют на выбор технических жидкостей для гоночного автомобиля?
15. Опишите стандартные методы механических испытаний материалов (на растяжение, сжатие, изгиб).
16.