

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
08.03.01 Строительство,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Влияние теплообмена на свойства и долговечность дорожных покрытий

Направление подготовки: 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль): Автомобильные дороги

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: 941415
Подписал: проректор Марканич Татьяна Олеговна
Дата: 23.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся комплекс знаний, умений и навыков для анализа влияния теплообмена на физико-механические свойства и долговечность дорожных и иных покрытий, а также освоить методы учёта тепловых процессов при проектировании, строительстве и эксплуатации покрытий в различных климатических и эксплуатационных условиях..

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучить основные механизмы теплообмена применительно к конструкциям покрытий и их взаимодействие с окружающей средой и транспортными нагрузками;
- рассмотреть влияние температурных воздействий и градиентов температур на формирование внутренних напряжений, развитие деформаций и дефектов (трещинообразование, коробление, расслоение, шелушение) в покрытиях;
- научиться оценивать влияние теплообмена на эксплуатационные характеристики покрытий, включая коэффициент сцепления, ровность, износостойкость и усталостную долговечность;
- изучить способы управления тепловым режимом покрытий для повышения их долговечности: подбор материалов с согласованными коэффициентами теплового расширения, применение теплоизоляционных и терморегулирующих слоёв, дренаж и вентиляция, отражающие и модифицированные покрытия.
- освоение наиболее распространенных на практике технологий строительства автомобильных дорог в конкретных природно-климатических и грунтово-геологических условиях;
- приобретение навыков осуществлять выбор наиболее рациональной технологии и организации строительства автомобильных дорог с учетом особенностей дорожно-строительных материалов и климатических факторов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-3 - Способен применять базовые цифровые и информационные технологии, включая методы искусственного интеллекта и машинного обучения, для сбора, обработки, хранения, передачи и анализа данных, прогнозирования, оптимизации и автоматизации процессов в профессиональной деятельности.

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

Знать:

- физические механизмы теплообмена (теплопроводность, конвекция, тепловое излучение) в многослойных конструкциях покрытий, теплофизические характеристики дорожных и строительных материалов и их изменение под воздействием эксплуатационных и климатических факторов;
- причины и закономерности формирования температурных напряжений и деформаций в покрытиях, механизмы развития температурных дефектов (трещины, коробление, расслоение, шелушение) и влияние термоциклирования на снижение долговечности покрытий.

Уметь:

- выполнять расчёты температурных полей в многослойных дорожных и строительных конструкциях с учётом климатических параметров (солнечная радиация, температура воздуха, ветер, влажность) и теплофизических свойств материалов слоёв;
- оценивать и прогнозировать влияние температурных воздействий на эксплуатационные характеристики и срок службы покрытий, обосновывать выбор материалов и конструктивных решений для минимизации негативных тепловых эффектов.

Владеть:

- теплофизических свойств материалов покрытий и температурного режима конструкций, включая обработку и интерпретацию результатов инструментальных измерений;
- приёмами анализа проектных и эксплуатационных данных для оценки рисков, связанных с тепловым режимом покрытий, и обоснования мероприятий по повышению их термоустойчивости и долговечности.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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	Семестр №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	16	16

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 76 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	Основы теплообмена в конструкциях покрытий Рассматриваемые вопросы: Физические механизмы теплообмена — теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Теплофизические характеристики материалов (коэффициент теплопроводности, теплоёмкость, температуропроводность, коэффициент теплового расширения). Влияние пористости, влажности и плотности на теплофизические свойства. Особенности теплообмена в многослойных дорожных и строительных конструкциях.
2	Температурные поля в покрытиях и методы их расчёта Рассматриваемые вопросы: Уравнение теплопроводности для плоских и многослойных конструкций. Граничные условия на поверхности покрытия (конвективный теплообмен с воздухом, солнечная радиация, излучение в окружающую среду). Расчёт температурных градиентов по толщине покрытия. Влияние сезонных и суточных колебаний температуры на распределение тепла в конструкции. Численные и аналитические методы решения.
3	Влияние температурных градиентов на напряжённо-деформированное состояние покрытий

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: Причины возникновения температурных напряжений в покрытиях — стеснение деформаций, градиенты температур по толщине, разность коэффициентов теплового расширения слоёв. Виды температурных деформаций (растяжение-сжатие, изгиб, коробление). Критерии термонапряжённого состояния. Влияние температурных напряжений на образование трещин, просадок и расслоений.
4	Термоциклирование и его влияние на долговечность материалов покрытий Рассматриваемые вопросы: Суточные и сезонные циклы нагрева-охлаждения. Влияние переходов температуры через 0 °С — циклы замораживания-оттаивания. Деградация структуры материалов при многократном термоциклировании: накопление микрповреждений, снижение прочности, изменение модуля упругости. Особенности поведения битумных вяжущих при термоциклировании (старение, изменение вязкости). Морозостойкость дорожных материалов.
5	Тепловые процессы при укладке и формировании покрытий Рассматриваемые вопросы: Температурные режимы при устройстве асфальтобетонных и цементобетонных покрытий. Температура смеси при укладке и уплотнении — влияние на формирование структуры и конечные свойства. Тепловые потери при транспортировке и укладке горячих смесей. Влияние температуры основания и окружающей среды на качество уплотнения. Экзотермия при твердении цементобетона. Дефекты, связанные с нарушением температурных режимов укладки.
6	Влияние теплообмена на эксплуатационные характеристики покрытий Рассматриваемые вопросы: Зависимость коэффициента сцепления колеса с покрытием от температуры и влажности поверхности. Влияние температуры на ровность покрытия (коробление при перегреве, пластические деформации — колейность). Изменение износостойкости и усталостной долговечности при температурных воздействиях. Влияние теплообмена на образование гололёда и снежного наката. Тепловое старение битумных покрытий.
7	Методы и средства контроля теплофизических параметров и температурного режима покрытий Рассматриваемые вопросы: Лабораторные методы определения теплофизических характеристик материалов (стационарные и нестационарные методы, зондовые методы). Полевые средства мониторинга температурного режима покрытий — термодатчики, тепловизоры, термографы, метеостанции. Тепловизионная диагностика дефектов покрытий (расслоения, каверны, влажностные аномалии). Обработка и интерпретация результатов измерений.
8	Способы управления тепловым режимом покрытий для повышения долговечности Рассматриваемые вопросы: Конструктивные и технологические меры по снижению негативного влияния теплообмена: применение теплоизоляционных слоёв, согласование коэффициентов теплового расширения соседних слоёв, устройство температурных швов. Использование модифицированных и теплостойких материалов. Отражающие и охлаждающие покрытия. Теплоизоляция для защиты от морозного пучения. Нормативные требования к учёту температурных воздействий при проектировании дорожных одежд.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчёт температурных полей в многослойной дорожной конструкции для разных климатических условий. Выполнение расчёта распределения температур по толщине дорожной одежды (асфальтобетон, щебёночные и песчаные слои, грунт) с учётом суточных и сезонных колебаний. Используются упрощённые аналитические модели и табличные значения теплофизических характеристик материалов. Учитываются внешние воздействия: температура воздуха, солнечная радиация, скорость ветра.
2	Оценка температурных напряжений и риска трещинообразования в дорожных покрытиях. На основе рассчитанных температурных градиентов студенты определяют растягивающие напряжения в асфальтобетонном и цементобетонном покрытии. Применяются базовые формулы механики материалов для расчёта напряжений при стеснённом тепловом расширении. Сравниваются критические напряжения с прочностными характеристиками материалов при низких температурах.
3	Анализ влияния термоциклирования на снижение долговечности битумосодержащих покрытий. По данным метеостанции для выбранного региона студенты определяют количество циклов замораживания-оттаивания и переходов через 0 °С за год. С использованием эмпирических зависимостей оценивается снижение прочности и рост дефектности асфальтобетона. Отдельно рассматривается влияние многократного нагрева на старение битума (увеличение вязкости, охрупчивание).
4	Подбор конструктивных и технологических решений для управления тепловым режимом покрытия. Для заданного участка дороги студенты предлагают меры по снижению негативных тепловых эффектов: выбор теплоизоляционного слоя (материал, толщина), обоснование шага температурных швов, применение модифицированных или отражающих покрытий. Выполняется сравнительная оценка вариантов по критерию снижения амплитуды температурных колебаний и напряжений.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом, литературой
2	Самостоятельное изучение тем дисциплины
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148438

	автомобильных дорог : учебное пособие / С. Г. Цупиков, А. Д. Гриценко, Н. С. Казачек, О. А. Иванова. — 3-е изд., испр. и доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 756 с. — ISBN 978-5-9729-0498-3. — Текст : электронный	
2	Строительство автомобильных дорог: Учебное пособие / Яромко В.Н., Ковалев Я.Н., Кравченко С.Е. - Мн.:Вышэйшая школа, 2016. - 471 с. ISBN 978-985-06-2762-9. - Текст : электронный	URL: https://znanium.com/catalog/product/1012155

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

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

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru/)

Электронная библиотечная система (www.e.lanbook.com/)

Электронно-библиотечная система (<http://znanium.com/>)

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

Офисный пакет приложений MicrosoftOffice

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

Лекционная аудитория с мультимедийным проектором и экраном (интерактивной доской, панелью) для отображения данных на большом экране. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключенным к сети Интернет.

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

руководитель проектов

П.В. Кирин

Согласовано:

Проректор

Т.О. Марканич

Председатель учебно-методической
комиссии

Ю.В. Кравец