Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 15:56:56
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерный анализ теплообмена и термической прочности»

Направление подготовки
23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Образовательная программа
«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент /И.Г. Руковицын /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин
и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент /А.А. Скворцов/

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» следует отнести:

– формирование знаний у студентов о современных принципах и методах компьютерного моделирования и расчета механических конструкций и систем на прочность под действием внешних нагрузок;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по построению компьютерных моделей исследуемого объекта, его расчета на прочность и анализ полученных результатов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» следует отнести:

– освоение принципов моделирования инженерных конструкций и методов расчета конструкций на прочность, и выработка рекомендаций по повышению прочности инженерных сооружений;

– выработка умения моделировать реальные процессы с помощью компьютерных прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратура.

Дисциплина «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» относится к числу факультативных дисциплин основной образовательной программы магистратуры.

«Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Математическое моделирование транспортно-технологических комплексов;

– Компьютерные технологии в науке;

– Метод конечных элементов;

– Проблемы динамики и прочности транспортно-технологических комплексов.

– Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг;

– Основы решения нелинейных задач прочности.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе в **третьем** семестре выделяется **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» изучаются на втором курсе.

Третий семестр: практические занятия – 2 час в неделю (36 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Третий семестр

1. Введение. Основные термины и определения.

Предмет курса, цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Понятие компьютерного моделирования. Смысл терминов CAD/CAM/CAE. Программный продукты для моделирования и проектирования: основные отличия и возможности. Рабочие станции.

2. **Компьютерное проектирование.**

Методология проектирования технологических объектов. Компьютерные технологии проектирования. Системы инженерного анализа. Основы расчета на прочность и учет температурных воздействий на рассматриваемый объект.

3. **Постановка теплофизических задач.**

Основные уравнения и условия однозначности в анализе теплофизических процессов. Задание граничных условий и параметров теплообмена. Модели турбулентности

4. **Решение теплофизических задач.**

Этапы препроцессорной подготовки решения. Этап получения решения и постпроцессорной обработки результатов.

5. **Стационарный теплообмен.**

Стационарный теплообмен в двумерной перфорированной плите. Стационарный теплообмен в двумерной многослойной стенке. Смешанное задание граничных условий. Нагрев группы тел.

6. **Нестационарный теплообмен.**

Примеры задач при нестационарном теплообмене. Нагрев с переменной во времени нагрузкой.

7. **Инженерный анализ термической прочности.**

Температурные напряжения при нагреве. Температурные напряжения при стационарном теплообмене в металле. Температурные напряжения при нагреве металла.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» 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 к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– представление материала с помощью компьютерных средств.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 0% 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:

- выполнение практических заданий

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

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
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

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).

ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основы теплофизических процессов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основы теплофизических процессов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основы теплофизических процессов. 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 теплофизических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основы теплофизических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: предлагать наиболее рациональное решение задач, связанных с теплообменом	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: предлагать наиболее рациональное решение задач, связанных с теплообменом.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: предлагать наиболее рациональное решение задач, связанных с теплообменом. Допускаются 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: предлагать наиболее рациональное решение задач, связанных с теплообменом. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: предлагать наиболее рациональное решение задач, связанных с теплообменом. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: методами создания компьютерных моделей исследуемых объектов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: методами создания компьютерных моделей исследуемых объектов.	Обучающийся владеет методами создания компьютерных моделей исследуемых объектов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами создания компьютерных моделей исследуемых объектов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами создания компьютерных моделей исследуемых объектов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
знать: критерии оценки надежности проектируемых узлов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: критерии оценки надежности проектируемых узлов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: критерии оценки надежности проектируемых узлов. 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: критерии оценки надежности проектируемых узлов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: критерии оценки надежности проектируемых узлов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: использовать современные программные средства для расчета проектируемых узлов и агрегатов, подверженных температурным нагрузкам	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: использовать современные программные средства для расчета проектируемых узлов и агрегатов, подверженных температурным нагрузкам.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать современные программные средства для расчета проектируемых узлов и агрегатов, подверженных температурным нагрузкам. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать современные программные средства для расчета проектируемых узлов и агрегатов, подверженных температурным нагрузкам. Умения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать современные программные средства для расчета проектируемых узлов и агрегатов, подверженных

		обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	температурным нагрузкам. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами создания компьютерных моделей проектируемых узлов и агрегатов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: методами создания компьютерных моделей проектируемых узлов и агрегатов.	Обучающийся владеет методами создания компьютерных моделей проектируемых узлов и агрегатов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами создания компьютерных моделей проектируемых узлов и агрегатов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами создания компьютерных моделей проектируемых узлов и агрегатов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

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 «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

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 новые, нестандартные ситуации.
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 новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. URL: https://urait.ru/bcode/492733
2. Шилов, М. А. Физика прочности и механика разрушения: учебное пособие для вузов / М. А. Шилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15598-3. URL: https://urait.ru/bcode/509125

б) дополнительная литература:

1. Новоженов, В. А. Термический анализ: учебник и практикум для вузов / В. А. Новоженов, Н. Е. Стручева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 440 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12826-0

URL: https://urait.ru/bcode/496372

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

1) Операционная система Windows 7(или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215.

2) Офисные приложения Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042

3) ANSYS Academic Teaching Mechanical, Лицензия №664946

Интернет-ресурсы: учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте lib.mami.ru в разделе «Электронный каталог» (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog). Электронный образовательный ресурс «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=6720

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированный компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (содержит столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской, выход в сеть «Интернет»), учебные аудитории (содержит столы учебные со скамьями, аудиторная доска).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей студентов, самостоятельности, ответственности и организованности.

Изучение дисциплины неразрывно связано с самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. При этом студент сам планирует свою самостоятельную работу, что создает более благоприятную обстановку и положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10 минут. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

10.Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих - лабораторные занятия и консультирование. 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.

Перед занятиями преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

Цель лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности лабораторных занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

После каждого лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в письменной форме с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических вопроса из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется

преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.
Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистратуры 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» Образовательная программа «Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов».

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» по направлению подготовки

23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Образовательная программа

«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»

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
	Второй семестр														
1.1	Введение. Основные термины и определения. Компьютерное проектирование.	2	1		2		2								
1.2	Постановка теплофизических задач.	2	2		2		4								
1.3	Решение теплофизических задач	2	3-4		4		2								
1.4	Стационарный теплообмен.	2	5-9		10		10								
1.5	Нестационарный теплообмен	2	10-13		8		8								
1.6	Инженерный анализ термической прочности.	2	14-18		10		10								
	Форма аттестации														+
	Всего часов по дисциплине во втором семестре				36		36								+

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:	23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Профили:	«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»
Формы обучения:	очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Инженерный анализ теплообмена и термической прочности»

Москва, 2025 год

Таблица 1.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Инженерный анализ теплообмена и термической прочности
ФГОС ВО **23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»**
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:

КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**формулировка**			
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов	Практические занятия, опрос на практических занятиях	УО

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Инженерный анализ теплообмена и термической прочности*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности» по направлению 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы».

Пример экзаменационного билета

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

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина «Инженерный анализ теплообмена и термической прочности»
Направления 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
Курс 1, семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Основные механические характеристики материалов и способы их задания в программных комплексах.

2. Типы конечных элементов.

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 202___ г., протокол № ____

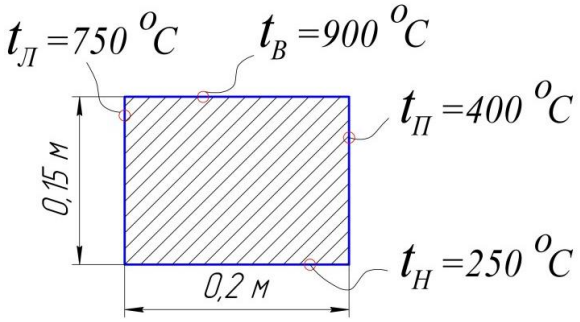
Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Пример задания для практической работы.

Стационарный теплообмен в прямоугольной заготовке.

Прямоугольная стальная заготовка имеет размеры сечения 0,15×0,2 м. На поверхностях заготовки установлена температура: на верхней – 900 °С; на нижней – 250 °С; на левой – 750 °С; на правой – 400 °С. Определить распределения температуры, выполнить визуализацию решения. Расчетная схема показана на рис. 1. Теплопроводность материала заготовки, зависящая от температуры, задана таблицей:

Температура, °С	0	250	800	1000
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	51,9	46,9	24,8	26,9



Определить распределение температуры по сечению.

Пример вопросов для устного опроса:

1. Какой тип конечного элемента используется при решении задач теплообмена?
2. Покажите, как вывести деформированной состояние конструкции после расчета.
3. Как задавались начальные условия?
4. Как определить точки, в которых действует наибольшая температура?
5. Расскажите в чем заключаются основные этапы решения задачи теплообмена?
6. Что такое термическая прочность?
7. Какие упрощения принимаются при постановке задач теплообмена?
8. Как теоретически учитываются температурные воздействия?
9. В чем опасность работы конструкции при высоких температурах?
10. Свойства материала при высоких температурах.