

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан  
Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химия композиционных материалов**

по направлению подготовки / специальности

**15.03.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Компьютерный инжиниринг конструкций, биомеханических систем и материалов**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОПОП  
В.А. Скрипняк  
Е.С. Марченко

Председатель УМК  
В.А. Скрипняк

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять проведение расчетов композиционных материалов и микромеханики.

ПК-3 Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-1.1 Знает основы технологии конструкционных и композиционных материалов, основы упругости, пластичности и ползучести, основы механики композиционных материалов и конструкций, основы материаловедения, физические и механические характеристики конструкционных и композиционных материалов, основы теплопроводности и теплопередачи, основы усталостной прочности, основы теории устойчивости конструкций, основы теории проведения измерений при экспериментальных работах

РОПК-1.2 Умеет применять методики расчета на прочность конструкций различной сложности, составлять математические модели с учетом геометрической нелинейности элементов силовых, температурных воздействий, и пластичности материалов, проводить расчеты на прочность аналитическими и численными методами решения задач механики, проводить расчеты на прочность в универсальных программных системах конечно-элементного анализа, читать и понимать техническую документацию на английском языке, использовать стандартное программное обеспечение при оформлении документации и инженерных расчетов, использовать программное обеспечение для расчетов на прочность

РОПК-3.1 Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

РОПК-3.2 Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Освоение

-понятийного аппарата (основные термины, определения, понятия) необходимого для изучения теоретического материала.

-классификации композиционных материалов по характеру наполнителя и матрицы.

-классификации поверхностных явлений

-основных виды межатомных/межмолекулярных связей, объясняющих адгезию

-основных закономерностей взаимодействия жидкой и твердой фаз.

-основных способов и закономерностей получения дисперсных структур.

Изучение основ инженерного приложения полученных знаний и ознакомления (работа с литературой, интернет) с примерами их применения к конкретным практическим задачам.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

#### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Седьмой семестр, зачет с оценкой

#### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения поддисциплинам: Химия, Физика

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

*Тема 1.* Теоретическая и реальная прочность материалов. Основные закономерности изменения прочностных свойств материалов при изменении их дисперсности. Удельные прочность и модуль упругости материалов. Понятие гомогенной и гетерогенной системы. Композиционные материалы. Функции матрицы и наполнителя композиционного материала.

*Тема 2.* Количественная характеристика раздробленности, дисперсность. Монодисперсные и полидисперсные системы. Удельная поверхность. Определение границы раздела фаз. Свободная энергия межфазной поверхности раздела.

*Тема 3.* Классификация поверхностных явлений. Поверхностное натяжение и его физическая обусловленность. Выражение поверхностного натяжения через термодинамические потенциалы. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии и формирования поверхностного слоя.

*Тема 4.* Адсорбция. Адсорбция многокомпонентных систем, автоадсорбция. Адсорбент, адсорбат. Десорбция. Гиббсовская адсорбция. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса.

*Тема 5.* Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества.

*Тема 6.* Когезия. Адгезия. Работа адгезии и когезии. Условие растворения.

*Тема 7.* Процесс образования адгезионной связи, его стадии.

*Тема 8.* Межатомные притяжения. Ионные, ковалентные, металлические, вандерваальсовские связи.

*Тема 9.* Механическая, молекулярная теория адгезии.

*Тема 10.* Электрическая теория адгезии. Двойной электрический слой.

*Тема 11.* Диффузия. Основные виды диффузии. Законы Фика. Влияние

температуры, размеров атомов диффундирующих веществ. Рост зерна. Особенности диффузии в полимерах. Диффузионный механизм адгезии.

*Тема 12* Смачивание. Краевой угол. Закон Юнга. Гидрофильная и гидрофобная поверхность. Связь между смачиванием, работой когезии и работой адгезии. Уравнение Дюпре-Юнга. Влияние шероховатости на смачиваемость. Уравнение Дерягина-Венцеля.

*Тема 13.* Растекание. Коэффициент растекания. Эффект Марангони.

*Тема 14.* Влияние дисперсности на внутреннее давление тел. Уравнение Лапласа. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа.

*Тема 15.* Капиллярные явления. Формула Жюрена. Капиллярные эффекты и их вклад в адгезию.

*Тема 16.* Зависимость термодинамической реакционной способности и температуры фазового перехода от дисперсности. Уравнение Кельвина.

*Тема 17.* Диспергирование и конденсация как способы получения дисперсных структур. Уравнение Ребиндера. Эффект Ребиндера. Механизм гомогенной конденсации.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения коллоквиума, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <http://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22393>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

- Физическая химия композиционных материалов: пособие для студентов специальности «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» /сост. Л.Н. Русая. Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2024. -65с.

-. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение Учебник //Новосибирск.: Издательство НГТУ. 2002-384с

- Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов (учебное пособие)// Москва : Изд. дом МИСИС.2011 - 239 с.

б) дополнительная литература:

- Флек Л.Ван. Теоретическое и прикладное материаловедение//М.: Атомиздат, 1975.-472с.
- Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (поверхностные явления и дисперсные системы) //М.: Химия, 1982.-400с.
- Адамсон А. Физическая химия поверхностей. //М.: Мир, пер. с англ., 1979. -568с.
- Гордон Дж. Почему мы не проваливаемся сквозь пол. //М.: Мир, пер. с англ., 1971 -272с..
- Джейкок М., Парфит Дж. Химия поверхностей раздела фаз.// М.: Мир, пер. с англ., 1984 -269с.
- Берлин Ал.Ал., Вольфсон С.А., Ошман В.Г., Ениколопов Н.С. Принципы создания композиционных полимерных материалов.//.:Химия, 1990.-240с.
- Справочник по композиционным материалам (в двух книгах) под редакцией Дж. Любина, книга первая.//М.: Машиностроение, пер. с англ., 1988 -448с.
- Оботуров А.В.Поверхностные явления и дисперсные системы (конспект лекций)//Могилёв: УО «МГУП», 2011-55с.
- Богданова Ю.Г. Адгезия и её роль в обеспечении прочности полимерных композитов (учебное пособие)//Москва.: Издательство МГУ
- Адгезия твердых тел [Текст] / Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова, В. П. Смилга. - Москва : Наука, 1973. - 279 с. : ил.; 26 см.
- Физическая химия дисперсных систем (учебное пособие)// В.А.Дерябин Е.П.Фарапонтова //Екатеринбург: Издательство Урал. ун-та.2015

в) ресурсы сети Интернет:

1. Сидоренко Ю.Н. Материаловедение: конструкционные и функциональные волокнистые композиционные материалы: учебное пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2006. URL: [https://lms.tsu.ru/pluginfile.php/2378439/mod\\_label/intro/k.pdf](https://lms.tsu.ru/pluginfile.php/2378439/mod_label/intro/k.pdf) (дата обращения 15.10.2016)
2. Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22389>
3. Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
4. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- 
- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
  - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
  - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
  - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### .14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий лабораторного и практического типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### **15. Информация о разработчиках**

Масловский Владислав Иванович, к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. механики деформируемого твердого тела НИ ТГУ