

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 15:34:35  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



О.Н. Медведева



«28» \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Технологии и материаловедение**  
**(полимеры - наноразмерные структуры)**

Направление подготовки

27.03.05 Инноватика

профиль

Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

Составитель: д.ф.м.-н., профессор Самсонов В.М.



Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Технологии и материаловедение – междисциплинарный раздел науки, объектом изучения которого является изменение свойств материалов в зависимости от заданных факторов в контексте совокупности приемов и способов их изготовления для промышленного и бытового применения. К изучаемым свойствам относятся: структура веществ, электронные, термические, химические, магнитные, оптические свойства материалов. Кроме того, эта наука использует целый ряд методов, позволяющих исследовать структуру материалов.

При изготовлении наукоёмких изделий в промышленности, особенно при работе с объектами микро- и наноразмеров необходимо детально знать характеристику, свойства и строение материалов. Кроме этого, важное значение имеет влияние способов обработки и преобразования материалов при использовании различного промышленного и лабораторного оборудования.

Цели освоения дисциплины:

Знакомство студентов с

- теорией о полимерных наноматериалах и наноструктурах, средствами их характеристики и способами определения их свойств;

- основами разработки способов их получения.

Задачи освоения дисциплины:

– получение студентом основных сведений о полимерах и основных видов nano объектов, способов их получения, комбинировании и применения;

– подготовка бакалавра, владеющего знаниями основ принципов получения полимерных наноматериалов.

Практический раздел курса рассчитан на получение студентами навыков в планировании и проведении экспериментов, обеспечивающих их получение и характеристику.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Технологии и материаловедение (полимеры - наноразмерные структуры)» изучается в модуле Элективные дисциплины 4 Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Она является одной из дисциплин участвующих в профессиональной подготовке бакалавра и обеспечивается дисциплинами естественнонаучной группы (математика, информационные технологии, химия) и дисциплинами инженерной направленности. Содержательно она формирует у студентов достаточные знания, позволяющие уметь решать проблемы, связанные с исследованием, разработкой и применением высокоэффективных материалов в различных отраслях промышленности. В свою очередь, дисциплина фокусируется на изучении вопросов управления проектами и создания наноматериалов на базе полимерных наноматериалов, обеспечивает адаптацию специалиста по управлению инновациями в первичной должности, а также готовит обучающихся к прохождению учебной и производственной практик, выполнению научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 26 часов, практические занятия 26 часов, в том числе практическая подготовка 26 часов;

**самостоятельная работа:** 56 часов, в том числе контроль 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

ПК-1. Способен выполнять анализ результатов технологических исследований продуктов.	ПК-1.1. Осуществляет постановку задачи на технологические исследования. ПК-1.2. Координирует технологические исследования. ПК-1.3. Анализирует результаты технологических исследований.
---	---

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 8 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

## II. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) занятия	
1. ВВЕДЕНИЕ.		2		30
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И НАНОКОМПОЗИТОВ		2		
3. СТРУКТУРА ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ (ПНК) 3.1. Теория перколяции (протекания) 3.2. Анизотропная перколяция		2	4	
4. НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ПНК 4.1. Дисперсные наполнители 4.2. Наночастицы металлов 4.3. Графен 4.4. Технический углерод (сажа) 4.5. Фуллерены и углеродные натотрубки 4.6. Непрерывные волокна 4.7. Углеродные волокна		2	4	
5. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТРИЦЫ ДЛЯ ПНК		2	4	
6. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПНК		2		
7.* КОНТАКТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ ПОЛИМЕР/НАПОЛНИТЕЛЬ		2	4	
8. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПНК		2		
9. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ И ПН 9.1. Тепловое расширение полимеров 9.2. Тепловое расширение композиций		2	4	

9.3. Фазовые переходы под воздействием температуры				
10. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПНК		2	4	
10.1. Деформация полимеров				
10.2. Деформация композиций				
10.3. Фазовые переходы под воздействием механических нагрузок				
11. БАРЬЕРНЫЕ СВОЙСТВА ПНК		2		
12. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНК		2		30
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>

### **III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

- планы практических (лабораторных) занятий и методические рекомендации к ним;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов при решении поставленных задач;
- вопросы для самостоятельного изучения;
- примеры вопросов и задач, используемых при оценке уровня компетенций в категориях знать, уметь, владеть;
- вопросы для подготовке к экзамену.

### **IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Наряду с естественнонаучными дисциплинами базовой части блока Б1 дисциплина «Технологии и материаловедение (полимеры - наноразмерные структуры)» участвует в формировании общепрофессиональной компетенции ОПК-7 «Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности» и профессиональной компетенции ПК-10 «способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее».

**Форма проведения экзамена:** студенты, освоившие программу курса могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

**Пример опросного листа для полусеместровой аттестации:**

1. Армированным полимерным композиционным материалом называют:
  - а) гетерогенную смесь полимеров;

- б) смесь полимера и изотропного наполнителя;  
в) смесь полимера и анизотропного наполнителя.

(ответ в)

2. В качестве армирующих наполнителей используют:

- а) волокна; б) гранулы; в) порошки.

(ответ а)

3. В качестве связующих наряду с реактопластами используют:

- а) термопласты; б) каучуки; в) поропласты.

(ответ а)

4. Зависят ли свойства изделий из полимерных композиционных материалов от технологии их формования:

- а) да, безусловно; б) нет, не зависят; в) по-разному при различных температурных режимах.

(ответ а)

**Шкала оценивания:** Максимальная возможная оценка за заполнение опросного листа (билета) составляет 8 баллов. Она складывается из оценки уровня знаний (максимум 2 баллов), умений (максимум 2 баллов) и владений (максимум 4 баллов). Оценка суммируется с баллами полученными на экзамене

**1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-7 «Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности»**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Второй уровень (2 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Первый уровень (1 балл по каждому критерию)
промежуточный	<b>Задание для проверки сформированности владений:</b> Наноккомпозиты на основе полимеров и керамик сочетают в себе качества составляющих компонентов: гибкость, упругость, перерабатываемость полимеров и характерные для стекол твердость, устойчивость к износу, высокий показатель светопреломления. Где эти свойства могут найти свое применение?	Может свободно оперировать способами получения наноккомпозитов и ориентироваться в основных сферах их применения.	Знает об основных способах, получения наноккомпозитов и некоторых сферах их применения.	
промежуточный	<b>Задания для проверки сформированности умений:</b>  <u>Задачи типа:</u> Плотность нанотрубок в пять раз меньше, чем у стали, а прочность	<b>Высокий уровень</b> (3 балла по каждому критерию)	<b>Средний уровень</b> (2 балла по каждому критерию)	<b>Низкий уровень</b> (1 балл по каждому критерию)
		Составляет алгоритм	Составляет алгоритм	Имеет представление

	<p>в десятки раз больше. Если между соседними волокнами полимерного материала поместить нанотрубку, связав её с ними углеводородными цепочками, то во сколько раз возрастет прочность данного участка? Какое увеличение прочности полимера дает добавка нанотрубок в 0,6% ?</p>	<p>решения поставленной задачи, свободно владеет основными понятиями о ПНК и соотношениями применяемого математического аппарата.</p>	<p>решения поставленной задачи, владеет основными понятиями о ПНК и соотношениями применяемого математического аппарата. Допускает фактические ошибки, не искажающие общего смысла.</p>	<p>о алгоритме решения поставленной задачи, основных понятиях теории ПНК и соотношениях применяемого математического аппарата, но затрудняется при объяснении их сути и/или допускает фактические ошибки решения задачи.</p>
	<p><b>Задания для проверки сформированности знаний:</b></p>	<p><b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b></p>
	<p>Какой из перечисленных методов позволяет «видеть» наночастицы: а) оптическая микроскопия; б) инфракрасная спектроскопия; в) электронная микроскопия. (ответ б)</p>	<p>Знает основные физические принципы лежащие в основе каждого метода. Способен объяснить способы проведения исследований.</p>	<p>Знает основные физические принципы лежащие в основе каждого метода. Способен ответить на поставленный вопрос.</p>	<p>Знает отрывочные сведения об методах исследований.</p>
	<p>Углеродные наноразмерные наполнители получают: а) крекингом нефти; б) термическим разложением графита; в) сжиганием газа. (ответ б)</p>	<p>Знает основные понятия. Не допускает фактических ошибок.</p>	<p>Знает основные понятия. Допускает несущественные ошибки, не искажающие общего смысла.</p>	<p>Имеет отрывочные знания об наноразмерных наполнителях.</p>
	<p>Эпоксидные смолы являются одними из лучших видов связующих из-за: А. хорошей адгезией к наполнителю, Б. плохой адгезией к наполнителю, В. нейтрального отношения к наполнителю, Г. из-за растворения в наполнителе. Ответ: А.</p>	<p>Знает основные виды полимерных матриц. Не допускает фактических ошибок при ответе на вопрос.</p>	<p>Знает основные виды полимерных матриц. Допускает несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла.</p>	<p>Имеет отрывочные знания о полимерных матрицах.</p>

	Сдерживающим фактором в применении наноразмерных наполнителей является: а) высокая стоимость; б) недоступность сырья; в) отсутствие технологий. (ответ а)	Знает основные типы нано размерных наполнителей и способы их применения. Не допускает существенных ошибок при формулировке ответа.	Знает основные типы нано размерных наполнителей и способы их применения. Допускает несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла.	Имеет отрывочные знания о основные типы нано размерных наполнителей. Допускает несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла ответа.
--	---	--	--	---

## 2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-10 «способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее»

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
промежуточный	<b>Задание для проверки сформированности владений:</b>	<b>Второй уровень (2 балла по каждому критерию)</b>		<b>Первый уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Каким способом можно получить молекулярный нанокompозит?	Может свободно оперировать понятиями при планировании эксперимента и построения адекватной физической модели, может выполнить необходимые действия и принять необходимое решение.		Владеет основными понятиями о планировании эксперимента и построения адекватной физической модели, может выполнить необходимые действия и принять необходимое решение.
промежуточный	<b>Задания для проверки сформированности умений:</b>	<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Как рассчитывают физические свойства нанокompозитов на основе полимеров и керамик?	Может свободно оперировать понятиями при составлении алгоритма принятия решения при рассмотрении поставленной задачи,	Владеет основными понятиями, используемыми при составлении алгоритма принятия решения при рассмотрении	Владеет понятиями, используемым и при выборе алгоритма принятия решения при рассмотрении поставленной задачи,



		выполнить необходимые действия и принять необходимое решение.	поставленной задачи, выполняет стандартный порядок действий необходимый для решения задачи и принятия необходимого решения.	выполняет стандартный порядок действий необходимый для решения задачи и принятия необходимого решения и/или допускает фактические ошибки, не искажающие общего смысла.
<b>Задания для проверки сформированности знаний:</b>		<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
Назовите для создания каких устройств являются полезными нелинейные оптические свойства нанокластеров.	Знает общие физические принципы функционирования оптических наноустройств. Формулирует правильный ответ.	Знает общие физические принципы функционирования оптических наноустройств. Допускает несущественные фактические ошибки при формулировке ответа, не искажающие общего смысла.	Имеет отрывочные представления об общих принципах функционирования наноустройств. Допускает ошибки, не искажающие общего смысла.	
Назовите как можно приготовить металлические нанокластеры.	Знает общие принципы получения металлических наночастиц. Не допускает фактических ошибок.	Знает общие принципы получения металлических наночастиц. Допускает несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла ответа.	Имеет отрывочные сведения о принципах получения металлических наночастиц. Допускает ошибки при формулировке ответа.	

## **V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. *Наноматериалы: свойства и перспективные приложения / Ярославцев Андрей Борисович [и др.]; отв. ред. чл.-кор. РАН А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2014. - 455 с. : ил., табл. - Авт. указаны в огл. - Библиогр. в конце разделов. - ISBN 978-5-91522-393-5 : 600.00.*
2. *Металлополимерные гибридные нанокompозиты / Помогайло Анатолий Дмитриевич, Джардималиева Гульжиан Искаковна; Ин-т проблем хим. физики РАН. - Москва : Наука, 2015. - 493, [1] с. : ил., табл. - Библиогр. в конце глав - Предм. указ.: с. 480-490. - ISBN 978-5-02-039170-3 : 520.00.*

### **б) Дополнительная литература:**

- 1) *Дисперсно-наполненные полимерные нанокompозиты / Г.В. Козлов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 125 с. - ISBN 978-5-7882-1315-6.*

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (или модуля)**

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **1) Планы практических (лабораторных) занятий и методические рекомендации к ним:**

Планы практических (лабораторных) занятий приведены в учебно-методических разработках по выполнению конкретных задач.

### **2) Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов при решении поставленных задач:**

- подготовка к контрольным работам и зачету проводится:

- по вопросам для рубежного контроля (см. раздел «Требования к рейтинг-контролю»);
- по контрольным вопросам (раздел «Планы и методические указания»).

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

1. Каковы основные предпосылки современного скачка развития представлений о наноразмерных объектах?
2. Каковы основные определения и классификация полимерсодержащих наноматериалов.

3. Представление о критической длине волокон, используемых в композиционных материалах.
4. Какие вы знаете отверждающиеся связующие композиционных пластиков на основе ненасыщенных сложных эфиров?
5. Какие основные виды физико-механических свойств волокнитов вы знаете?
6. Каковы способы модификации поверхности порошкообразных наполнителей?
7. Каковы стадии получения, свойства и применение карбоволокнитов?
8. Как влияет отслаивание полимера от наполнителя на прочность композиции?
9. Каковы стадии получения, свойства и применение бороволокнитов?
10. Каковы способы и цель обработки поверхности волокон? Виды замасливателей и аппретов?
11. Что такое премиксы, препреги?
12. Каковы стадии получения, свойства и применение стекловолоконитов?
13. Как влияет направление механического воздействия на прочность и модель волокнитов?
14. Как зависят свойства наполненных полимеров от формы и концентрации частиц наполнителя?
15. Каковы стадии получения, свойства и применение органоволоконитов?
16. Каково влияние адгезии на границе раздела наполнитель – полимер на свойства композиционных наноматериалов?
17. Каковы стадии получения, свойства и применение карбоволокнитов?
18. Какова классификация порошкообразных наполнителей? Способы их получения.
19. Представление об ударной прочности, пределе прочности волокнитов.
20. Каковы причины повышения механических свойств полимеров при введении в них наполнителей?
21. Каковы стадии получения, свойства и применение олигоциклических связующих?
22. Каковы стадии получения, свойства и применение стекловолоконитов?
23. Сдвиговая и трансверсальная прочность однонаправленных волокнистых композиций.
24. Каковы стадии получения, свойства и применение эпоксидных связующих?
25. Что такое остаточные напряжения в изделиях из композиционных материалов? Методы их определения.
26. Каковы стадии получения, свойства и применение связующих, отверждающихся по поликонденсационному механизму?
27. Какие основные виды наноматериалов вы знаете?
28. Приведите примеры наноустройств с указанием их назначения.
29. Каковы преимущества гетерогенных полимерных композиций по сравнению с гомогенными полимерами.
30. Как определяют оптимальные размеры частиц наполнителя?

31. Как оценивают оптимальную степень наполнения?
32. Что называют гибридными и градиентными армированными пластиками с регулируемыми механическими свойствами? Приведите примеры.
33. Каковы стадии получения, свойства и применение полибутадиеновых смол?
34. Каковы стадии получения, свойства и применение термостойких смол?
35. Каковы стадии получения, свойства и применение стеклонеполненных полимерных композиционных материалов?
36. Что вы знаете о классификации армирующих элементов?
37. Каковы стадии получения, свойства и применение высокосиликатов?
38. Каковы стадии получения, свойства и применение борвольфрамовых волокон?
39. Каковы стадии получения, свойства и применение бороуглеродных волокон?
40. Каковы стадии получения, свойства и применение карбид-кремниевых волокон?
41. Каковы стадии получения, свойства и применение арамидных волокон?
42. Каково влияние свойств связующего на прочность волокон в композиционных материалах?
43. Каковы стадии получения, свойства и применение нанокompозитов из керамики и полимеров.
44. Каковы стадии получения, свойства и применение материалов с сетчатой структурой?
45. Каковы стадии получения, свойства и применение слоистых нанокompозитов?
46. Примеры использования полимеров и углеродных нанотрубок в композиционных материалах.
47. Каковы стадии получения, свойства и применение нанокompозитов, содержащих металлы или полупроводники
48. Каковы стадии получения, свойства и применение нанокompозиционных материалов получают на основе блоксополимеров?
49. Каковы стадии получения, свойства и применение молекулярных композитов.
50. Как проводят отверждение смол аминами?
51. Какие типы ненасыщенных полиэфирных смол вы знаете?
52. Как отверждают ненасыщенные полиэфирные смолы?
53. Как классифицируют карбоволокониты?
54. Перечислите основные факторы, определяющие физико – механические свойства арамидных волоконитов.
55. Какова химическая структура арамидных волокон?
56. Каковы перспективы использования наноматериалов и технологий в медицине?
57. Перечислите классы матриц композиционных материалов.
58. В чем отличие терморезистивных матриц от термопластичных? Приведите примеры.

59. Каковы виды и степень ориентации наполнителя в композициях?
60. Каковы основные микромеханические аспекты взаимодействия компонентов ПКМ?

**Примеры вопросов и задач, используемых при оценке уровня освоения компетенций в категориях знать, уметь, владеть.**

*Полусеместровая аттестация*

1. Какие материалы называются полимерными композиционными материалами?
2. Какие полимерные композиционные материалы относят к композиционным материалам первого и второго поколения?
3. Какого типа наполнители используют при получении армированных полимерных композиционных материалов?
4. Какие типы связующих используют при получении армированных полимерных композиционных материалов?
6. Какие материалы называют препрегами?
7. Какими способами получают препреги?
8. В каком виде препреги поставляются потребителю?
9. Что представляют собой формы при контактном формовании?
10. Используют ли порошковые наполнители в методе контактного формования?
11. Какие методы относятся к формованию с эластической диафрагмой?
12. Что такое эластическая диафрагма?
13. Как соотносятся температурные коэффициенты объемного расширения формы и формуемого полимерного композиционного материала?

*Семестровая аттестация*

14. Каковы достоинства и недостатки методов формования полимерных композиционных материалов с эластической диафрагмой?
15. Чем отличается метод формования полимерных композиционных материалов на матрице от метода прямого прессования?
16. Что собой представляет листовой формовочный материал?
17. Каковы достоинства и недостатки методов формования полимерных композиционных материалов на матрице?
18. Что такое нанокompозиты, каковы их свойства и области применения?
19. Какие методы позволяют наблюдать наноразмерные объекты?
20. Какие новые свойства и характеристики приобретают наноструктурированные материалы?
21. Чем обусловлено появление новых свойств при переходе к нанодисперсным системам?
22. Какие наноразмерные компоненты используются в качестве наполнителей полимерных композиционных материалов?

23. Какие свойства полимерных композиционных материалов и как изменяются при введении наноразмерных наполнителей?

24. Какие углеродные наноразмерные наполнители используются?

25. Как получают углеродные наноразмерные наполнители?

26. Как получают наноразмерные наполнители из слоистых силикатов?

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

Подготовка к экзамену производится по материалам лекций.

1. Основные понятия физики полимеров и нанокompозитов
2. Структура полимерных нанокompозитов (ПНК)
3. Дисперсные наполнители для ПНК
4. Наночастицы металлов
5. Графен, углеродные нанотрубки, фуллерены и технический углерод
6. Углеродные волокна как наполнители полимерных матриц
7. Полимерные матрицы
8. Методы получения ПНК
9. Контактные явления на границе полимер/наполнитель
10. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПНК
11. Теплофизические свойства полимеров и ПНК
12. Механические свойства ПНК
13. Фазовые переходы под воздействием механических нагрузок
14. Барьерные свойства ПНК
15. Использование ПНК

**VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)**

Microsoft Office 365 pro plus

Microsoft Windows 10 Enterprise

Google Chrome

**IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE с проекционным экраном 2. Ноутбук (переносной) 3. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

**Помещения для самостоятельной работы:**

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического	1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное	Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав IC00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012

<p>факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»  7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
--	---	---



## Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания, утвердившего изменения
1	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
2	Раздел IV	Скорректированы задания для промежуточной аттестации в соответствии с обновленным «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
3	Раздел V	Обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
4	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г
5	Раздел I, II	Внесены изменения в объем и содержание дисциплины в связи с изменениями учебного плана ООП по направлению 03.04.03 Радиофизика	Протокол Совета ФТФ №5 от 11 декабря 2018 г
6	Раздел IV	Скорректирован фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности закрепленных за дисциплиной компетенций	Протокол Совета ФТФ № 6 от 15.01.2019 г.
7	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
8	Раздел IV	Внесены изменения в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ № 10 от 19.05.2020 г.
9	Титульный лист	Внесены изменения на титульном листе: ФИО руководителя ООП	Приказ 1382-О от 01.10.2021 «О назначении руководителей образовательных программ»