



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

25.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки (специальность)
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий
16.04.2025, протокол № 8

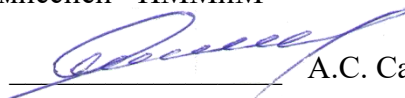
Зав. кафедрой



А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
25.04.2025 г. протокол № 7

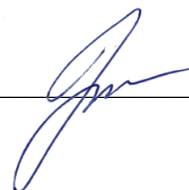
Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

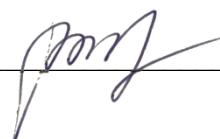
ст. преподаватель кафедры кафедры МиХТ,



С.В.Юдина

Рецензент:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук



И.В.Михалкина

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Технология композиционных материалов» являются: изучение основных видов композиционных материалов и технологий их получения, теоретических основ конструирования композиционных материалов; формирование умения использования методов испытаний композиционных материалов и контроля за технологическим процессом и качеством изделий; формирование навыков разработки технологических процессов получения композиционных материалов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технология композиционных материалов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Оборудование и технология переработки твёрдого топлива

Массоперенос в системах с участием твёрдой фазы

Анализ и синтез химико-технологических систем

Химия гетероциклических соединений

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Моделирование и оптимизация технологических процессов переработки твёрдого топлива

Современные материалы на основе углерода

Системы качества

Получение синтетического жидкого топлива

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология композиционных материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен обеспечить производство наноструктурированных материалов на основе углерода
ПК-5.1	Оценивает параметры и режимы технологических процессов производства наноструктурированных материалов на основе углерода

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,7 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 90,6 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Классификация углеродных материалов								
1.1 Кристаллическая структура и свойства углеродных материалов различных аллотропных форм.	1	1			25	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование).	ПК-5.1
Итого по разделу		1			25			
2. Раздел 2. Синтез алмазов								
2.1 Методы и параметры синтеза алмазов, оборудование для синтеза, структура и свойства алмазных материалов, применение	1	1		1	25	Выполнение практических работ (решение задач)	Устный опрос (собеседование); решение задач	ПК-5.1
Итого по разделу		1		1	25			
3. Раздел 3. Производство графитов								
3.1 Методы синтеза графитовых материалов, структура, свойства применение графитов, углерод-углеродных композитов	1	1		1	25	Разработка алгоритма выполнения решения задач	Устный опрос (собеседование); решение задач	ПК-5.1
Итого по разделу		1		1	25			
4. Раздел 4. Углеродные наноматериалы								
4.1 Методы синтеза углеродных нанотрубок и фуллеренов, интеркалированных материалов, структура, свойства применение графитов	1	1			15,6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Разработка алгоритма выполнения	Устный опрос (собеседование); решение задач	ПК-5.1

						решения задач.		
Итого по разделу		1			15,6			
Итого за семестр		4		2	90,6		экзамен	
Итого по дисциплине		4		2	90,6		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине используются различные образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация.

3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются следующие виды проблемного обучения: освещение основных проблем изучаемой дисциплины на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых лабораторных работ, решение задач повышенной сложности. При этом, используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — ISBN 978-5-398-01617-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160880> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бобович, Б. Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение) : учеб. пособие / Б. Б. Бобович. — Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2019. — 400 с. — (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-911-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/497601> — Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Конструкционные и композиционные материалы : учебное пособие / Д. А. Негров, Е. А. Рогачев, Г. С. Русских [и др.]. — Омск : ОмГТУ, 2018. — 128 с. — ISBN

978-5-8149-2699-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149115> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шишлов, О. Ф. Расчёты материальных балансов производства полимерных композиционных материалов : учебное пособие / О. Ф. Шишлов, В. В. Глухих. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. — 169 с. — ISBN 978-5-94984-718-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142571> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Исакова, И. В. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / И. В. Исакова, Е. В. Черкасова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 68 с. — ISBN 978-5-00137-058-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122211> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Свечникова Н. Ю. Химическая технология топлива : учебно-методическое пособие / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2153> . - ISBN 978-5-9967-1288-5. - Текст : электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система — Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Технология композиционных материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Самостоятельная работа по дисциплине «Технология композиционных материалов», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних индивидуальных заданий;
- подготовка к экзамену.

Перечень теоретических вопросов к экзамену:

1. Графит. Природные источники углерода для графита. Виды природного графита.
2. Геолого-промышленные месторождения графита. Минералогический анализ.
3. Обогащение графитовой руды. Марки графита.
4. Очистка графита.
5. Графит. Структура и свойства.
6. Интеркалированные соединения графита акцепторного типа: синтез, строение, состав. Тройные интеркалированные соединения графита акцепторного типа.
7. Свойства интеркалированных соединений графита акцепторного типа: обменные реакции, взаимодействие с водой, термические свойства.
8. Терморасширенный графит (пенографит): получение, свойства, применение.
9. Технологическая схема получения интеркалированного (окисленного графита).
10. Технологическая схема получения графитовой фольги.
11. Интеркалированные соединения графита донорного типа: методы синтеза, строение, состав.
12. Интеркалированные соединения графита донорного типа: свойства, применение.
13. Ковалентные соединения графита. Оксид графита: методы синтеза.
14. Ковалентные соединения графита. Оксид графита: строение и свойства.
15. Электрохимические конденсаторы с ДЭС. Принцип работы.
16. Электрохимические конденсаторы с псевдоемкостью.
17. Углеродные материалы для электрохимических конденсаторов.
18. Активированные угли: получение и свойства.
19. Искусственный графит: области применения, сырье (виды, отличия), стадии получения искусственного графита, назначение каждой стадии, температурный режим каждой стадии, как меняются основные эксплуатационные свойства
20. Прокалка как термический процесс: цели прокалики, температурный режим, изменение характеристик кокса в результате прокалики, методы оценки степени прокаленности кокса, прокалочное оборудование (типы печей, сравнение), барабанная прокалочная печь (принцип действия, устройство), основные температурные зоны и соответствующие процессы, протекающие в них с коксом)
21. Обжиг углеграфитовой продукции: цель, изменение свойств, основные температурные интервалы обжига, химические реакции, протекающие в процессе обжига
22. Обжиговое оборудование: типы печей, устройство многокамерной печи обжига, температурный режим

23. Пропитка: назначение, пропитка связующими, пропитка металлами, принцип установки пекопропитки.
24. Графитация: цель, механизмы графитации, изменение эксплуатационных характеристик (методы исследования).
25. Графитация: цель, механизмы графитации, влияние различных факторов на процесс графитации.
26. Печи графитации: типы, сравнение, методы управления процессом графитации.

Темы рефератов:

1. Углерод в атомной промышленности по результатам анализа патентной литературы.
2. Технологии получения алмазов в виде наночастиц, пленок и кристаллов.
3. Способы синтеза графена
4. Пористый углерод – применение для газоразделения.
5. Виды и физико-механические свойства нанотрубок.
6. Углеродные материалы в металлургии.
7. Сравнение методов получения, структуры и свойств углеродных волокон.

Темы практических занятий:

Предложить способы исследования перспективных материалов на основе углерода в зависимости от возможного способа их применения:

1. Физико-химические методы исследования углеродных носителей.
2. Методы изучения морфологии углеродных частиц.
3. Методы исследования текстурных свойств углеродных частиц.
4. Методы изучения топографии поверхности углерода.
5. Методы исследования структуры углеродной матрицы.
6. Методы изучения химического состояния поверхности углей.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-5 Способен обеспечить производство наноструктурированных материалов на основе углерода		
ПК-5.1	Оценивает параметры и режимы технологических процессов производства наноструктурированных материалов на основе углерода	<i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i> 1. На какие группы подразделяют сырьевые материалы для производства углеграфитовой продукции? 2. В чем заключается роль графита как добавки в твердые углеродистые материалы? 3. Перечислите основные требования, предъявляемые к антрацитам? 4. Какие марки коксов используются в производстве УГМ и каковы основные требования к ним? 5. Что представляет сажа в структурном отношении? 6. Перечислите требования, предъявляемые к связующим материалам. 7. Назовите основные свойства каменноугольной смолы как связующего. 8. Какими свойствами должен обладать каменноугольный пек, используемый в качестве связующего? 9. Что понимают под групповым составом каменноугольного пека? 10. Охарактеризуйте свойства и химический состав мальтенов и асфальтенов. 11. Композиционные материалы. Структура и свойства композиционных материалов. Классификация композитов. Характер их взаимодействия и влияние взаимодействия на свойства композиционного материала. 12. Нанокompозиты. Классификация наноразмерных наполнителей по химическому составу и форме частиц. Методы введения нанодисперсных наполнителей в полимерные композиционные материалы (ПКМ). 13. Углеродные нанокompозиты. Способы получения композитов, состоящих из различных структурных форм углерода и их применение. 14. Классификация методов получения наночастиц. Основные различия между

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		физическими и химическими методами синтеза наночастиц. Основы золь-гель технологии. 15. Углеродные и графитовые материалы. Фуллерены, углеродные нанотрубки и графены. Строение и свойства. 16. Углеродные нановолокна. 17. Композиты на основе углеродных материалов и их применение. 18. Проводящие углеродные материалы. <i>Примерное тестовое задание по дисциплине:</i> 1. какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон? 1. дуговой 2. лазерно-термический 3. биотехнологический 4. пиролизный 2. Что такое фуллерен? 1. Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине 2. Углеродная нанотрубка 3. Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n 4. Плоский лист графита мономолекулярной толщины 3. По номенклатуре ИЮПАК фуллерен C_{70} обозначается символом $(C_{70}-I_{5h})[5,6]$. Что означают цифры в квадратных скобках? 1. Группу симметрии 2. Литературные ссылки 3. Диаметр фуллерена в нанометрах 4. Число атомов в кольцах 4. Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются: 1. Экзоэдральные соединения 2. Эндоэдральные соединения 3. Супраэдральные соединения

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		4. Парадральные соединения 5. Какие наноструктуры обнаружены в шунгитовых породах? 1. Однослойные нанотрубки 2. Фуллерены 3. Липосомы 4. Магнитные жидкости 6. Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин "Bottom up"? 1. Создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта 2. Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул 3. Диспергирование, уменьшение размера нанобъектов 4. Создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества 7. Что такое нанотрубки? 1. Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах 2. Семейство шарообразных полых молекул общей формулой C_n 3. Протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей 4. Металлоорганические витые полимеры 8. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов? 1. Изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры 2. Изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий 3. Изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий 4. Изменение размера нанобъектов в зависимости от состава <i>Пример практических занятий:</i> 1. Рассчитать состав дымовых газов на выходе из зоны горения печного реактора производства технического углерода При сжигании антраценовой фракции, имеющей следующий состав, масс. %: C^p – 74,1; H^p – 5,1; N^p – 1,35; O^p – 9,5; S^p – 0,95; W^p – 5,0; A^p – 4,0, образуются продукты горения, анализ которого показал следующий состав об. %: CO_2 – 8,25; O_2 – 11,65; N_2 – 80,10. 2. Определить вес продуктов горения, включая водяные пары, образующихся при

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		сжигании 1 кг топлива, и избыток воздуха, используемого для сжигания. 3. Составление технологических схем процессов получения разных типов крупнотоннажных углеродных материалов на базе различного углеводородного сырья. 4. Расчет состава дымовых газов на выходе из зоны горения печного реактора производства технического углерода. 5. Расчет температуры на входе в реакционную зону печного реактора производства технического углерода. 6. Составление материального и теплового баланса процесса разложения сырья в реакционной зоне печного реактора производства технического углерода. 7. Расчет количества воды для закалки газопродуктовой смеси печного реактора производства технического углерода. <i>Представить доклад и презентацию на тему</i> 1. Технология получения композиционных материалов. 2. Материалы на основе алмаза. Технология получения. Применение. 3. Углеродные наноматериалы. Технология получения. Применение. 4. Аллотропные модификации углерода. Физические и химические свойства углерода. Диаграмма агрегатного состояния углерода. 5. Технический углерод – сажа, свойства и применение. Технологические схемы получения печной и термической сажи. 6. Стеклоуглерод. Применение. Технология получения. 7. Углеродные волокна, виды, свойства и применение, получение углеродных волокон. 8. Алмаз как одна из модификаций углерода и его свойства. Способы получения синтетических алмазов, технологические параметры. 9. Пористые углеродные адсорбенты, их свойства и применение. Технологические схемы активирования углей для получения адсорбентов. 10. Пенографит. Применение. Технология получения. 11. Пироуглерод. Применение. Технология получения.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология композиционных материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.