



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

15.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ ДЕФОРМАЦИОННОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

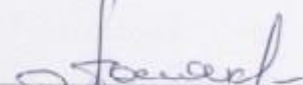
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Инжиниринг уникальных материалов и инновационных технологий
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2022 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А. Полякова

Рецензент:
доцент кафедры ТСиСА, д-р техн. наук  Е.Г. Касаткина

Согласовано:
руководитель образовательной программы  А.Е. Гулин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Инжиниринг уникальных материалов и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Е. Гулин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы деформационного наноструктурирования» являются:

- изучение основных особенностей процессов деформационного наноструктурирования;
- привитие навыков использования теоретических знаний при выборе требуемых параметров различных процессов деформационного наноструктурирования;
- подготовка к будущей научной и практической деятельности, связанной с внедрением и использованием методов деформационного наноструктурирования при производстве металлоизделий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы деформационного наноструктурирования входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Введение в направление

Основы металлургического производства

Физика

Теория обработки металлов давлением

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

Проектная деятельность

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Новые технологические решения в процессах обработки металлов давлением

Продвижение научной продукции

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы деформационного наноструктурирования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать инновационные технологические процессы производства изделий из композиционных материалов
ПК-2.1	Осуществляет оптимальный выбор технологического оборудования для реализации процессов производства композиционных материалов
ПК-2.2	Реализовывает разработанные режимы технологических процессов производства композиционных материалов
ПК-2.3	Формулирует предложения по изменению технологических требований к композиционным материалам
ПК-3	Способен обоснованно определять и координировать работы по сопровождению и интеграции технологических процессов и производств металлических изделий
ПК-3.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства металлических изделий

ПК-3.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств металлических изделий
ПК-3.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства металлических изделий

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 78,8 акад. часов;
- аудиторная – 75 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 29,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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. 1								
1.1 Основные подходы и методы получения объемных наноматериалов. Классификация основных методов деформационного наноструктурирования.	6	2		2	6	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2 Теоретические основы процессов деформационного наноструктурирования.		4		5	4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.3 Дискретные способы деформационного наноструктурирования.		6		6	4	Самостоятельное изучение учебной литературы; Подготовка и оформление результатов практической работы № 1	Устный опрос (собеседование). Сдача практической работы № 1.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.4 Непрерывные способы деформационного наноструктурирования.		6		6	4	Самостоятельное изучение учебной литературы; Подготовка и оформление результатов практической работы № 2	Устный опрос (собеседование). Сдача практической работы № 2.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

1.5 Особенности формирования структуры и свойств металлов и сплавов в процессах деформационного наноструктурирования.	4		6	4	Самостоятельное изучение учебной литературы; Подготовка и оформление результатов практической работы № 3	Устный опрос (собеседование). Сдача практической работы № 3.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.6 Практическое применение процессов деформационного наноструктурирования в металлургии: проблемы и перспективные направления развития.	4		10	2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.7 Особенности проектирования методов деформационного наноструктурирования	4		10	5,5	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос (собеседование)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу	30		45	29,5			
Итого за семестр	30		45	29,5		экзамен	
Итого по дисциплине	30		45	29,5		экзамен	

5 Образовательные технологии

С целью реализации компетентного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на практических занятиях.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

При проведении практических занятий предполагается использование технологии взаимообучения.

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

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 (модуля) **а) Основная литература:**

1. Технология производства и контроль качества наноматериалов и

наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c359a09b32044.60767097. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=339390>

б) Дополнительная литература:

1. Патрушева, Т. Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники : учеб. пособие / Т.Н. Патрушева. — М. : ИНФРА-М; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. —260 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/641. - ISBN 978-5-16-006376-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=355472>

2. Тарасюк, Е. В. Золь-гель технология получения стеклокерамических и гибридных покрытий : монография / Е. В. Тарасюк, О. А. Шилова, С. В. Хашковский ; МГТУ, [каф. ХТПиУП]. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2009 г.]. - Магнитогорск, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2826.pdf&show=dcatalogues/1/1133064/2826.pdf&view=true> (дата обращения: 24.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Чукин, М. В. Деформационное наноструктурирование проволоки : учебное пособие / М. В. Чукин, М. А. Полякова, Д. Г. Емалеева ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 57 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=603.pdf&show=dcatalogues/1/1104156/603.pdf&view=true> (дата обращения: 24.06.2022). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 36 с.

3. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации с использованием программного комплекса DEFORM 3D (Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теория ОМД» для студентов специальности 150106) / М.В. Чукин, М.П. Барышников, М.А. Полякова // Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. - 20 с.

4. Моделирование процесса равноканальной угловой протяжки с использованием программного комплекса DEFORM 3D (Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «КНИР» и «Методы исследования процессов и объектов ОМД» для студентов специальностей 150106, 150108 и направления 150100) / М.В. Чукин, М.П. Барышников, М.А. Полякова // Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. - 18 с.

5. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	https://elibrary.ru/project_risc.asp
Плюсовая система - Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. 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.
4. 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.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Практические занятия:

Практическая работа № 1. «Исследование микроструктуры и механических свойств, формирующихся в процессе равноканального углового прессования углеродистых конструкционных сталей».

Практическая работа № 2. «Исследование термостабильности углеродистых конструкционных сталей с умз структурой, сформированной в процессе равноканального углового прессования».

Практическая работа № 3. «Исследование непрерывных методов деформационного наноструктурирования проволоки».

Перечень вопросов для подготовки к устным опросам:

1. Какие методы деформационного наноструктурирования относятся к дискретным?
2. Назовите достоинства непрерывных методов деформационного наноструктурирования.
3. Как изменяются структура и свойства низкоуглеродистой стали в процессе РКУП?
4. В чем заключается сущность процесса РКУ-«конформ» прессования?
5. Чем отличаются процессы кручения под высоким давлением с открытыми бойками и кручения в бойках с полостью?
6. Какими недостатками обладают дискретные методы деформационного наноструктурирования?
7. Объясните сущность равноканального углового прессования (РКУП).
8. Какие модернизированные схемы разработаны с целью устранения основных недостатков традиционного процесса РКУП?
9. Как рассчитывается приращение степени деформации в процессе многократной обработки заготовок способом РКУП?
10. В чем заключается сущность процесса всестороннейковки?
11. Каким образом осуществляется процесс циклической деформации «осадка –экструзия - осадка»?
12. В чем заключается способ винтовой экструзии?
13. В каких способах деформационного наноструктурирования обрабатывают заготовки в виде дисков?
14. Каким образом осуществляют «Conshearing» процесс?
15. Какие схемы интенсивной пластической деформации могут быть использованы с целью деформационного наноструктурирования листового проката?

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Нанотехнологии и наноматериалы. Общие сведения. Основы классификации и типы структур наноматериалов.
2. Особенности свойств объемных наноматериалов. Физические причины специфики свойств наноматериалов.
3. Ограничения и области применения объемных наноматериалов.
4. Основные подходы и методы получения объемных наноматериалов.
5. Процессы интенсивной пластической деформации. Сущность, особенности, требования и основные правила обработки.
6. Особенности напряженно-деформированного состояния материала в процессе интенсивной пластической деформации.

7. Классификация современных процессов деформационного наноструктурирования объемных материалов.
8. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок кручением.
9. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Традиционный и модернизированные схемы процесса равноканального углового прессования заготовок.
10. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок в процессе прокатки
11. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок в процессе экструзии или осадки.
12. Непрерывные способы деформационного наноструктурирования объемных материалов.
13. Практическое применение процессов деформационного наноструктурирования: проблемы и перспективные направления развития.
14. Закономерности изменения микроструктуры и механические свойства углеродистых конструкционных сталей в процессе деформационного наноструктурирования.
15. Термостабильность углеродистых конструкционных сталей, полученных в процессе деформационного наноструктурирования.
16. Применение непрерывных способов деформационного наноструктурирования для получения конструкционной стальной проволоки с заданными структурой и свойствами.

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: Способен разрабатывать инновационные технологические процессы производства изделий из композиционных материалов		
ПК-2.1	Осуществляет оптимальный выбор технологического оборудования для реализации процессов производства композиционных материалов	<p style="text-align: center;">Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нанотехнологии и наноматериалы. Общие сведения. Основы классификации и типы структур наноматериалов. 2. Особенности свойств объемных наноматериалов. Физические причины специфики свойств наноматериалов. 3. Ограничения и области применения объемных наноматериалов. 4. Основные подходы и методы получения объемных наноматериалов. 5. Процессы интенсивной пластической деформации. Сущность, особенности, требования и основные правила обработки. 6. Особенности напряженно-деформированного состояния материала в процессе интенсивной пластической деформации. 7. Классификация современных процессов деформационного наноструктурирования объемных материалов. 8. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок кручением. 9. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Традиционный и модернизированные схемы процесса равноканального углового прессования заготовок. 10. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок в процессе прокатки 11. Дискретные способы деформационного наноструктурирования. Способы деформационного наноструктурирования заготовок в процессе экструзии или

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		осадки. 12. Непрерывные способы деформационного наноструктурирования объемных материалов.
ПК-2.2	Реализовывает разработанные режимы технологических процессов производства композиционных материалов	<p align="center">Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</p> <p>Выполнить сравнительный анализ не менее 3-х процессов деформационного наноструктурирования объемных заготовок.</p> <p>В ходе анализа необходимо отразить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность, назначение и принципиальная схема реализации исследуемых способов обработки. 2. Основные параметры и режимы обработки. 3. Используемое оборудование (технологическое или лабораторное). 4. Экспериментальные данные или теоретические оценки, свидетельствующие о влиянии обработки на структуру и физико-механические свойства материала.
ПК-2.3	Формулирует предложения по изменению технологических требований к композиционным материалам	<p align="center">Примерный перечень заданий для подготовки к устным опросам и собеседованиям.</p> <p>Выполнить оценку возможности и целесообразности применения одного из известных способов деформационного наноструктурирования объемных заготовок в металлургии с учетом достоинств и технологических ограничений рассматриваемых процессов.</p>
ПК-3: Способен обоснованно определять и координировать работы по сопровождению и интеграции технологических процессов и производств металлических изделий		
ПК-3.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства металлических изделий	<p align="center">Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Практическое применение процессов деформационного наноструктурирования: проблемы и перспективные направления развития. 2. Закономерности изменения микроструктуры и механические свойства

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>углеродистых конструкционных сталей в процессе деформационного наноструктурирования.</p> <p>3. Термостабильность углеродистых конструкционных сталей, полученных в процессе деформационного наноструктурирования.</p> <p>4. Применение непрерывных способов деформационного наноструктурирования для получения конструкционной стальной проволоки с заданными структурой и свойствами.</p>
ПК-3.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств металлических изделий	<p align="center">Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</p> <p>Проведение сравнительного анализа особенностей, достоинств, недостатков и перспектив применения методов деформационного наноструктурирования для производства металлоизделий различного назначения.</p>
ПК-3.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства металлических изделий	<p>Примерный перечень заданий для подготовки к устным опросам и собеседованиям.</p> <p>1. Установление междисциплинарных связей, необходимых для анализа и разработки методов деформационного наноструктурирования.</p> <p>2. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора методов деформационного наноструктурирования.</p> <p>3. Поиск научно-технической информации и анализ вредных и опасных факторов методов деформационного наноструктурирования.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает теоретический вопрос и практическое задание.

Критерии оценки (в соответствии с планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и навыки решения проблем и задач, нахождения ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и навыки решения проблем и задач, нахождения ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать навыки решения простых задач.