2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по учебно-методической работе
_____ А.А.Панфилов
«15» января 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Направление подготовки: 28.03.02 «Наноинженерия»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед,час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	7 (252)	18	36	-	198	зачет с оценкой
Итого	7 (252)	18	36	-	198	зачет с оценкой

Владимир, 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	*Формулировка цели*
Ц1	Подготовка выпускников к *научно-исследовательской и инновационной деятельности* в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.
Ц2	Подготовка выпускников к *проектно-конструкторской и проектно-технологическая деятельности,* включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий

Целями освоения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» являются:

- изучение теоретических основ построения и технологий получения наноразмерных объектов;
- получение практических навыков работы с приборами зарубежных и отечественных фирм в области наноизмерений и нанодиагностики, в том числе нано- и микроиндентирования, кало- и скратч-тестирования, электронной и атомно-силовой микроскопии;
- обоснование современных тенденций развития нанотехнологий и использования наноразмерных объектов и технологий в машиностроении.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.1).

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» изучается в 2-м семестре подготовки бакалавров по направлению 28.03.02. Для успешного изучения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Физика», «Химия» и «Математика».

При изучении, указанных дисциплин студенты должны хорошо усвоить основные термины и определения, а так же разделы, посвященные описанию основных видов химических соединений, физико-химических свойств различных классов веществ и основы взаимодействия наноразмерных объектов, основные физико-химические процессы, лежащие в основе получения наноматериалов, применяемых в машиностроении, решению дифференциальных, интегральных и уравнений с частными производными. Это необходимо для дальнейшего понимания специфики разработки и применения наноматериалов и подходов к использованию нанотехнологий в машиностроении.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р1, Р2, Р5, Р6 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемым компетенциям ОПОП:

– способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3):

Знать: основные особенности выбора средств информационного поиска;

Уметь: формулировать требования к отдельным объектам исследований;

*Владеть**:*** способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований;

– способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические) (ПК-6):

Знать: существующие методики проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий;

Уметь: выполнять при разработке операции необходимые расчеты технологических параметров обработки;

*Владеть**:*** навыками проведения расчетных работ при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля Успеваемости (*по неделям семестрам*) форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Раздел 1. Классификация и основы нанотехнологий. Особенности нанотехнологий в м/с. Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок. Нанопокрытия в м/с. Объемные и композитные наноматериалы. Типы структур наноматериалов	2	1-6	6	12	-		66		12 / 67	Рейтинг-контроль №1
2	Раздел 2. Основы наноизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов. Основы электронной микроскопии. Основы АСМ. Определение адгезионных свойств.	2	7-12	6	12	-		66		12 / 67	Рейтинг-контроль №2
3	Раздел 3. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанообработки. Нанопорошки и их использование.	2	13-18	6	12	-		66		12 / 67	Рейтинг-контроль №3
Итого				18	36	-		198		36 / 67	Зачет с оценкой

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятий.

При проведение практических работ используются поисковый и исследовательские методы, а так же активные формы обучения, такие как

- компьютерная симуляция измерений нанообъектов с помощью наноиндентирования, кало- и скратчтестирования, атомно-силовой и электронной микроскопии;
- мультимедийные тренинги по устройству электронных и атомно-силовых микроскопов, имитации работы с нанообъектами;
- мастер-класс со специалистами в области наноизмерений (атомно-силовая и электронная микроскопия, наноиндентирование), получения нанотрубок и нановолокон, наноструктурных покрытий.
- встречи с представителями российских компаний, работающих в области нанотехнологий и наноматериалов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах – составляет 67% аудиторных занятий.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 1

1. Классификация нанотехнологий.
2. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
3. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
4. Фуллерены.
5. Нановолокна и нанотрубки.
6. Особенности квантовых точек.
7. Перспективы использования графена.
8. Физические особенности наноматериалов.
9. Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокрытий.
10. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.
11. Объемные наноматериалы в машиностроении.
12. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
13. Типы структур наноматериалов.
14. Композитные наноматериалы.
15. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов.
16. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.
17. Методы получения наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
18. Методы спекания нанопорошков для получения материалов.
19. Компактирование при производстве наноматериалов.
20. Химические основы получения наноматериалов.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 2

1. Обзор электронных микроскопов.
2. Просвечивающая электронная микроскопия.
3. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
4. Сканирующая зондовая микроскопия.

5. Обзор современных зондовых микроскопов.
6. Методы поверхностных наноизмерений.
7. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
8. Устройства для дифракционного анализа.
9. Спектральные методы оценки наноструктур.
10. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
11. Наноиндентирование и микроиндентирование.
12. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий.
13. Калотестирование при оценке толщины пленок и покрытий.
14. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий.
15. Адгезионные свойства нанопокрытий.
16. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
17. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
18. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
19. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
20. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 3

1. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
2. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
3. Нанолитография.
4. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
5. Основные типы устройств для наноперемещений.
6. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
7. Нанороботы и наноманипуляторы.
8. Методы нанесения нанопокрытий.
9. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
10. Наномашины и их использование.
11. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
12. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
13. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
14. CVD-технологии получения нанопокрытий.
15. PECVD-технологии получения покрытий.
16. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
17. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
18. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
19. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
20. Метод катодного распыления для получения покрытий.

Вопросы к зачету с оценкой

1. Классификация нанотехнологий.
2. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
3. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
4. Фуллерены.
5. Нановолокна и нанотрубки.
6. Особенности квантовых точек.
7. Перспективы использования графена.
8. Физические особенности наноматериалов.
9. Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокрытий.
10. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.
11. Объемные наноматериалы в машиностроении.

12. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
13. Типы структур наноматериалов.
14. Композитные наноматериалы.
15. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов.
16. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.
17. Методы получения наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
18. Методы спекания нанопорошков для получения материалов.
19. Компактирование при производстве наноматериалов.
20. Химические основы получения наноматериалов.
21. Обзор электронных микроскопов.
22. Просвечивающая электронная микроскопия.
23. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
24. Сканирующая зондовая микроскопия.
25. Обзор современных зондовых микроскопов.
26. Методы поверхностных наноизмерений.
27. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
28. Устройства для дифракционного анализа.
29. Спектральные методы оценки наноструктур.
30. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
31. Наноиндентирование и микроиндентирование.
32. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий.
33. Калотестирование при оценке толщины пленок и покрытий.
34. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий.
35. Адгезионные свойства нанопокрытий.
36. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
37. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
38. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
39. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
40. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.
41. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
42. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
43. Нанолитография.
44. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
45. Основные типы устройств для наноперемещений.
46. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
47. Нанороботы и наноманипуляторы.
48. Методы нанесения нанопокрытий.
49. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
50. Наномашины и их использование.
51. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
52. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
53. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
54. CVD-технологии получения нанопокрытий.
55. PECVD-технологии получения покрытий.
56. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
57. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
58. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
59. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
60. Метод катодного распыления для получения покрытий.

Темы для самостоятельного изучения и оформления

Фуллерены.
Нановолокна и нанотрубки.
Особенности квантовых точек.
Перспективы использования графена.
Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.
Нанолитография.
Основные типы устройств для наноперемещений.
Наноактуаторы и нанопозиционеры.
Нанороботы и наноманипуляторы. Наномашины и их использование.
Многофункциональные наноструктурированные пленки.
Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
PVD-методы получения наноструктурных пленок.
CVD-технологии получения нанопокрытий.
PECVD-технологии получения покрытий.
Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
Многофункциональные наноструктурные покрытия. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
Метод катодного распыления для получения покрытий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (электронно-библиотечный фонд ВлГУ):

1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=446097 — Загл. с экрана.

2. Применение интеллект. материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография/В.А.Зорин, Н.И.Баурова, 2 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 110 с.: 60x90 1/16. - (Науч. мысль) (Обложка) ISBN 978-5-16-010801-8, 500 экз. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=502576 — Загл. с экрана.

3. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=415572 — Загл. с экрана.

4. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс]: монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=492077 — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература (электронно-библиотечный фонд ВлГУ):

1. Лепешев, А.А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=442144 — Загл. с экрана.

2. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II / Величко А.А., ФилимоноваН.И. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 227 с.: ISBN 978-5-7782-2534-3—Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=546528 — Загл. с экрана.

3. Основы современного материаловедения: Учебник / О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009335-2, 500 экз. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=432594 — Загл. с экрана.

4. Лепешев, А.А. Плазменное напыление аморфных и нанокристаллических материалов [Электронный ресурс]: монография / А.А. Лепешев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 224 с. - ISBN 978-5-7638-2803-0. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=492492 — Загл. с экрана.

в) Интернет-ресурсы

http://www.portalnano.ru/ http://www.ru-tech.ru/pub/nano
http://www.ntsr.info/ http://www.nanotech.ru/
http://www.nanonewsnet.ru/ http://nano-info.ru/

г) периодические издания:

- электронный журнал «Российские нанотехнологии»;
- международный научно-технический журнал «Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век»;
- ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал "Нано- и Микросистемная техника".

Учебно-методические издания

1. Беляев Л.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/
2. Беляев Л.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/
3. Беляев Л.В. Оценочные средства по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» http://op.vlsu.ru/index.php?id=169

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» кафедра ТМС ВлГУ располагает необходимым материально-техническим обеспечением:

1. Лаборатория 2D- и 3D наноструктурированных покрытий (ауд. 119-4)

Оборудование:

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+;

Установка для нанесения покрытий методом PVD с максимальной толщиной многослойного сэндвич-покрытия до 20 мкм на весь диапазон используемого концевого инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C:H; 3D-нанокомпозитные покрытия; 2D-нанокомпозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.

2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000. Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.

3. Испытательная система на растяжение с термокамерой WDW-100.

4. Калотестер CSM CAT (Модель CAT-S-AE).

5. Микрокомбитестер CSM MCT.

6. Трибометр CSM (Модель TRB-S-CE-000).

2. Ауд.104-3. Лаборатория электронной микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ).

Оборудование:

- сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D.

3. Лаборатория зондовой микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ, ауд.419-3).

Оборудование:

- сканирующая зондовая нанолаборатория «Интегра Аура».

4. Лаборатория получения и исследования углеродных нанотрубок (ауд. 108а-4).

Оборудование:

- установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Таунит». Промышленный реактор для получения углеродных нанотрубок, нановолокон.
- установка ультразвуковой мойки, производитель УЗ техника (РФ).
- диспергатор, производитель УЗ техника (РФ).

Кроме того, для проведения лекционных занятий используются наборы слайдов и кинофильмы, позволяющие студентам приобрести навыки компьютерной симуляция измерений нанообъектов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» _____

Рабочую программу составил Белаев Л.В. _____
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
ЗАО «Рост-Плюс», генеральный директор

Заморников А.А. _____
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.02 «Наноинженерия» _____

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. _____
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В._____

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В._____

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2019 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В._____

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2020 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В._____