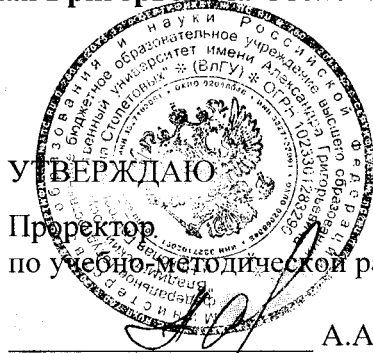


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор
 по учебно-методической работе
 _____ А.А.Панфилов
 « 17 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА
ПОРОШКОВЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

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)
VII	4 / 144	18	18	18	54	Экзамен – 36
Итого	4 / 144	18	18	18	54	Экзамен – 36

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов» по ОПОП направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» является формирование у студентов знаний и компетенций в области технологических процессов получения порошковых и композиционных материалов и изделий из них.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов» входит в вариативную часть блока 1 и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Для успешного изучения дисциплины студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики и теории вероятностей, курсов теоретической механики и сопротивления материалов, освоить материал дисциплин «Общее материаловедение и технологии материалов», «Механика материалов и основы конструирования» и «Физико-химические основы синтеза и получения сплавов».

Важную роль в подготовке к изучению дисциплины «Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов» играют производственные практики, при прохождении которых студенты знакомятся с оборудованием, используемым для получения порошковых и композиционных материалов и их анализа в условиях действующих промышленных предприятий.

Компетенции, приобретённые студентами в курсе «Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов», используются при выполнении бакалаврских выпускных квалификационных работ и в процессе дальнейшей профессиональной деятельности по профилю подготовки.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);
- способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов (ПК-11).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства порошковых и композиционных материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);
- основные классы современных порошковых и композиционных материалов, их свойства и области применения (ПК-11);
- принципы выбора порошковых и композиционных материалов для заданных условий эксплуатации (ПК-11);

- применять на практике фундаментальные закономерности взаимодействия компонентов порошковых сплавов с учетом достижения заданных эксплуатационных свойств изделий (ПК-6);

владеть:

- навыками определения основных свойств и характеристик порошковых сплавов (ПК-11);
- методами и средствами контроля качества порошковых сплавов и изделий из них, а также методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции (ПК-6, ПК-11).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ 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 семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Процессы порошковой металлургии	7	1-6	6	6	6	-	18	-	6 / 33,3	1 РК
2	Физико-химические основы технологии порошковых композиционных сплавов	7	6-12	6	6	6	-	18	-	6 / 33,3	2 РК
3	Технологические процессы получения порошковых композиционных сплавов	7	12-17	6	6	6	-	18	-	6 / 33,3	3 РК
Всего		-	-	18	18	18	-	54	-	18 / 33,3	Экзамен

Содержание разделов дисциплины

Раздел №1. Процессы порошковой металлургии.

Тема №1. Свойства порошков и методы их определения.

Введение. Цель и задачи курса. Химический состав. Форма и размер частиц. Гранулометрический состав порошка. Ситовый анализ. Микроскопический анализ. Статистические распределения, используемые для описания дисперсного состава. Кондуктометрический анализ. Лазерный и рентгеновский методы. Удельная поверхность. Методы измерения проницаемости порошка. Адсорбционные методы. Плотность. Микротвердость. Химические свойства порошков. Газосодержание порошков. Воспламеняемость и взрываемость. Технологические свойства: насыпная плотность, текучесть порошка, прессуемость и формуемость.

Микротвердость. Технологические свойства: насыпная плотность, текучесть порошка, прессуемость и формуемость.

Тема №2. Методы получения порошков.

Измельчение твердых металлов. Теория и практика размола в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных мельницах, щековых и валковых дробилках. Измельчение ультразвуком. Распыление расплава. Грануляция. Получение металлических порошков методом восстановления химических соединений. Физико-химические основы восстановления. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Получение металлических порошков цементацией, автоклавным осаждением и методом межкристаллитной коррозии. Термическая диссоциация карбониллов. Метод конденсации металлов.

Тема №3. Процессы получения изделий из порошков.

Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Подготовка порошков к формованию. Классификация методов формования. Изостатическое формование. Непрерывное формование. Технология мундштучного прессования. Вибрационное формование. Высокоскоростные методы формования. Жидкофазное спекание. Горячее изостатическое прессование. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Раздел №2. Физико-химические основы технологии композиционных материалов.

Тема №4. Общая характеристика композиционных материалов.

Основные понятия и определения. Классификация композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные, волокнистые, слоистые композиты. Требования, предъявляемые к компонентам композиционных материалов.

Тема №5. Взаимодействие металлических расплавов с армирующими наполнителями.

Проблема совместимости металлической матрицы и армирующего наполнителя. Поверхности раздела. Физико-химические процессы на межфазных границах. Смачивание и растекание жидких металлов по поверхности твердых материалов. Современные подходы к оценке процессов взаимодействия между компонентами композиционных сплавов. Подавление образования нежелательных фаз.

Тема №6. Формирование физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных материалов.

Влияние поверхности раздела на механические свойства композиционных материалов. Теории прочности и разрушения композитов. Расчет физико-механических характеристик композиционных материалов по свойствам исходных компонентов.

Раздел №3. Технологические процессы получения композиционных материалов.

Тема №7. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.

Классификация дисперсно-упрочненных композитов. Основные принципы выбора армирующих частиц. Получение композитов методами порошковой металлургии. Жидкофазные методы экзогенного и эндогенного армирования. Метод механического замешивания частиц в расплав. Метод реакционного синтеза. Свойства и применение дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Нанокompозиты.

Тема №8. Волокнистые композиционные материалы.

Непрерывные и дискретные волокна и нитевидные монокристаллы, применяемые для армирования волокнистых композитов. Технологические схемы получения композитов и применяемое оборудование. Самопроизвольная и принудительная пропитка каркасов из

волокон. Метод непрерывного литья. Метод пластической деформации. Диффузионная сварка.

Тема №9. Слоистые композиционные материалы.

Преимущества слоистых материалов и их свойства. Анизотропия свойств в слоистых композитах. Получение и применение слоистых композитов. Металлополимерные композиции. Алюостеклопластики.

Темы практических работ

№ п/п	Наименование практических работ	Трудоемкость (з.е. / часы)
1	Расчет режимов прессования металлических порошков	0,08 / 3
2	Расчет процесса реакционного спекания порошков	0,08 / 3
3	Выбор компонентов композиционных материалов	0,08 / 3
4	Анализ процессов межфазного взаимодействия в композиционных материалах с применением термодинамических методов	0,08 / 3
5	Прогнозирование физико-механических свойств композиционных материалов	0,08 / 3
6	Разработка технологического процесса получения композиционного материала	0,08 / 3

Темы лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (з.е. / часы)
1	Изучение основных свойств металлических порошков	0,08 / 3
2	Исследование взаимодействия порошковых реагентов в условиях СВС-процесса	0,08 / 3
3	Получение композиционных материалов методом механического замешивания	0,08 / 3
4	Получение композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза	0,08 / 3
5	Получение градиентных композиционных материалов методом центробежного литья	0,08 / 3
6	Изучение литейных свойств композиционных материалов	0,08 / 3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Более 20% времени аудиторных занятий отведено на интерактивные формы обучения, предусматривающие проведение занятий в диалоговом режиме с применением специализированных технологий обучения, что способствует развитию общекультурного уровня и интеллектуальной инициативы студентов. В условиях интерактивного взаимодействия преподавателя и студентов предусмотрены дискуссии, разбор и обсуждение конкретных практико-ориентированных ситуаций, направленные на формирование основных профессиональных компетенций посредством решения практических проблем на основе опережающей теоретико-аналитической работы.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения показана в матрице:

Методы	ФОО	Практические работы	СРС
IT-методы		+	+
Командная работа		+	-
Опережающая самостоятельная работа		-	+

Индивидуальное обучение	+	+
Проектный метод	+	+
Поисковый метод	+	+

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Рейтинг-контроль №1

1. Каковы методы определения гранулометрического состава порошков?
2. Что такое насыпная плотность и плотность утряски?
3. Что такое текучесть порошка?
4. Каковы основные методы определения формуемости порошка?
5. Каким образом текучесть зависит от характеристик порошка?
6. Взаимосвязь формы частиц с технологией их получения.
7. Какие факторы определяют эффективность помола материалов в шаровой мельнице?
8. Сущность метода центробежного распыления расплавов.
9. Основные методы получения порошков железа.
10. Карбонильный метод получения порошков.
11. Способы получения многокомпонентных порошков сплавов.
12. Основные схемы прессования порошковых заготовок.
13. Жидкофазное спекание порошков.
14. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
15. Основные виды брака при прессовании и спекании порошковых изделий.

Рейтинг-контроль №2

1. Общие принципы классификации композиционных материалов.
2. Какие требования предъявляются к компонентам композиционных материалов?
3. Что понимается под термодинамической совместимостью компонентов композиционных материалов?
4. Механическая совместимость компонентов композиционных материалов.
5. Смачивание армирующих компонентов матричным расплавом.
6. Физико-химические принципы выбора компонентов композиционных материалов.
7. Термодинамическая оценка взаимодействия компонентов композиционных материалов.
8. Кинетика межфазного взаимодействия в композиционных материалах.
9. Методы улучшения смачиваемости армирующих компонентов матричными расплавами.
10. Механизмы упрочнения различных классов композиционных материалов.
11. Расчет упругих характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов.
12. Расчет физических свойств композиционных материалов по свойствам компонентов.
13. Расчет прочности композиционных материалов по свойствам компонентов.
14. Вязкость разрушения композиционных материалов.

15. Применение программного пакета MathCAD в расчетах композиционных материалов и конструкций.

Рейтинг-контроль №3

1. В чем состоит назначение и какова область применения способа механического замешивания порошкообразных частиц в расплаве?
2. От каких факторов зависят свойства литых композиционных материалов, полученных путем механического замешивания?
3. Как скорость вращения импеллера влияет на структуру и свойства получаемых композиционных материалов?
4. Каковы основные этапы технологии получения композиционных материалов способом механического замешивания?
5. Каковы преимущества и недостатки способа механического замешивания?
6. Какие технологические приемы могут быть использованы для реализации жидкофазного реакционного синтеза?
7. Как осуществляется выбор исходных компонентов для получения композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза?
8. Какие факторы влияют на процессы структурообразования при получении композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза?
9. Литейные свойства композиционных материалов.
10. Технологические схемы получения волокнистых композиционных материалов.
11. Получение армирующих волокон и нитевидных кристаллов.
12. Непрерывное литье волокнистых композиционных материалов.
13. Каковы основные методы получения наноструктурированных композиционных материалов?
14. Получение слоистых металлополимерных композиционных материалов.
15. Применение композиционных материалов в промышленности.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методы получения металлических порошков.
2. Физические свойства порошков.
3. Технологические свойства порошков.
4. Взаимосвязь формы частиц с технологией их получения.
5. Подготовка порошков к формованию.
6. Закономерности уплотнения порошковых тел при прессовании.
7. Горячее прессование.
8. Жидкофазное спекание.
9. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
10. Основные виды брака при прессовании и спекании порошковых изделий.
11. Общие принципы классификации композиционных материалов.
12. Матричные материалы.
13. Роль матрицы и армирующей фазы в композиционных материалах.
14. Поверхностные явления на межфазных границах.
15. Стадии взаимодействия между компонентами композитов.
16. Смачивание и растекание жидких металлов по поверхности твердых материалов.
17. Методы расчета физико-механических свойств композиционных материалов.
18. Классификация методов получения композиционных материалов.
19. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
20. Основные принципы выбора армирующих частиц.
21. Эвтектические композиционные материалы.

22. Наноструктурированные композиционные материалы.
23. Волокнистые композиционные материалы.
24. Нитевидные кристаллы и короткие волокна.
25. Получение волокнистых композиционных материалов методом пропитки.
26. Слоистые композиционные материалы.
27. Метод механического замешивания частиц в расплав.
28. Основные конструкции установок механического замешивания.
29. Жидкофазный реакционный синтез.
30. Металлополимерные композиционные материалы: получение, свойства и области применения.

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Содержание самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма отчетности студента
1	Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №1 «Процессы порошковой металлургии». Расчет и конструирование пресс-форм для производства порошковых изделий. Классификация пресс-форм. Материалы для изготовления пресс-форм. Способы прессования. Шероховатость поверхности и нормы точности пресс-форм. Типовые конструкции пресс-форм. Расчет пресс-формы по заданию преподавателя.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №1
2	Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №2 «Физико-химические основы технологии композиционных материалов». Вычисление термодинамических характеристик взаимодействия компонентов композиции с использованием пакета MathCAD.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №2
3	Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №3 «Технологические процессы получения композиционных материалов». Разработка технологического процесса получения композиционного материала с заданными свойствами по заданию преподавателя.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №3

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов : лабораторный практикум / Е.С. Прусов, А.А. Панфилов. – Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2015. – 73 с. – ISBN 978-5-9984-0630-0.
2. Нано- и биокompозиты / Аверус Люк [и др.].— Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 392 с. ISBN 978-5-9963-2914-4. (ЭБС IPRbooks).
3. Капитонов А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства / А.М. Капитонов, В.Е. Редькин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 532 с. – ISBN 978-5-7638-2750-7. (ЭБС znanium.com)

б) дополнительная литература:

1. Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов / С.М. Азаров [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2014. – 176 с. ISBN 978-985-08-1732-7. (ЭБС IPRbooks).
2. Лепешев А.А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов / А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 328 с. – ISBN 978-5-7638-2502-2. (ЭБС znanium.com).
3. Рудской А.И. Технологические основы получения ультрамелкозернистых металлов: учебное пособие / Рудской А.И., Коджаспиров Г.Е. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. – 247 с. ISBN 978-5-7422-3342-8. (ЭБС IPRbooks).
4. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы: учебное пособие / Михайлин Ю.А. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 822 с. ISBN 978-5-91703-003-6. (ЭБС IPRbooks).
5. Анчаров А.И. Механокомпозиты - прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами / Анчаров А.И., Аульченко В.М., Барина А.П. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. — 424 с. ISBN 978-5-7692-1108-9. (ЭБС IPRbooks).

в) периодические издания: научные журналы «Конструкции из композиционных материалов», «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия», «Материаловедение».

г) интернет-ресурсы:

1. www.de.vlsu.ru:81/umk : электронная информационно-образовательная среда ВлГУ на базе системы управления обучением LMS Moodle.
2. <http://www.emtc.ru> : научно-образовательный центр «Композиты России».
3. <http://www.compositesportal.com> : Интернет-портал по мировой индустрии композиционных материалов.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации образовательного процесса по дисциплине используются аудитории кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов», оснащенные мультимедийным и проекционным оборудованием. Кафедра располагает компьютерным классом с современным лицензионным и свободным программным обеспечением (MS Excel, MathCAD, GNURegression, GNUPlot и др.), локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет. Практические и лабораторные работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием электронно-вычислительных средств обучения и современной экспериментально-исследовательской базы. В распоряжении кафедры имеется весь спектр необходимого оборудования для получения порошковых и композиционных материалов различного состава (установки для получения композитов жидкофазными и твердофазными методами, кузнечно-прессовое оборудование, плавильные и термические печи), проведения рентгенофазового анализа (Bruker AXS D8 Advance), определения состава металлов и сплавов (ARL Advant'X), количественного металлографического анализа (Nikon Epihot TME200), электронно-микроскопических исследований (Quanta 200 3D), изучения физико-механических и специальных свойств материалов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. №1331 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации под №40078 от 14 декабря 2015 г.).

Рабочую программу составил:
доцент каф. ТФиКМ _____


Е.С. Прусов

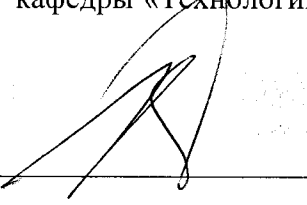
Рецензент:
гл. технолог ООО «КЛИО» _____


Е.В. Серeda

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов»

Протокол № 8а от 17.12.2015 года

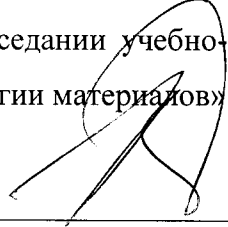
Заведующий кафедрой _____


В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № 4 от 17.12.2015 года

Председатель комиссии _____


В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____