

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М 1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии»

направления подготовки

18.04.01 «Химическая технология»

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 1

зачетных единиц – 5

часов в неделю - 4

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 32

практические занятия – нет

лабораторные занятия – 32

самостоятельная работа – 116

зачет – нет

экзамен – 1 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании

кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена

на заседании УМКН направления ХМТН

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теоретических и экспериментальных методов исследования в химии.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение современных методов теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии, методов определения состава, структуры вещества, механизма химических процессов, их теоретических основ, возможностей и границ применимости;
- формирование умения выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, планировать и проводить экспериментальное исследование, проводить интерпретацию результатов исследования;
- формирование навыков проведения исследований с помощью современных физических и физико-химических методов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина М.1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии» входит в обязательную часть Блока 1 учебного плана ОПОП подготовки магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях общей, аналитической, физической химии, химии и физики полимеров, которые входят в бакалаврскую подготовку по направлению «Химическая технология».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок;

ОПК-2 - способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

Студент должен знать:

- методы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, а также методики разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок;
- современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии, методы определения состава, структуры вещества, механизма химических процессов, их теоретические основы, возможности и границы применимости;

Студент должен уметь:

- разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок;
- осуществлять методологическое обоснование научного исследования; выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию результатов исследования.

Студент должен владеть:

- практическими навыками организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- методиками проведения исследования с помощью современных физических и физико-химических методов.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	<b>ИД-1 опк-1</b> Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научно-технологических исследований и выбора технических решений в профессиональной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ИД-1 опк-1</b> Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научно-технологических исследований и выбора технических решений в профессиональной деятельности.	<p><b>Знать:</b> методы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, а также методики разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы.</p>

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	<b>ИД-1опк-2</b> Использует современное оборудование и методы исследования для изучения свойств материалов химической технологии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ИД-1опк-2</b> Использует современное оборудование и методы исследования для изучения свойств материалов химической технологии	<p><b>Знать:</b> современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии, методы определения состава, структуры вещества, механизма химических процессов, их теоретические основы, возможности и границы применимости</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять методологическое обоснование научного исследования; выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию результатов исследования.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками проведения исследования с помощью современных физических и физико-химических методов</p>

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часов					
				Всего	Лекции	Колоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1 семестр									
1	1-2	1	Введение в курс «Инструментальные методы исследования в химической технологии»	12	2	-	-	-	10
2	3-5	2	Инфракрасная спектроскопия, ИК спектры	48	8	-	10	-	30
	6-9	3	Дифференциальная сканирующая калориметрия	43	8	-	10	-	25
	10-12	4	Термогравиметрия	33	6	-	12	-	15
	13-16	5	Электронная микроскопия	44	8	-	-	-	36
Всего				180	32	-	32	-	116

## **5. Содержание лекционного курса**

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	1	<u>Введение в курс «Инструментальные методы исследования в химической технологии»</u> Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины	1-9
2	8	2-5	<u>Инфракрасная спектроскопия, ИК спектры</u> Теоретические принципы метода. Анализ нормальных колебаний. Качественный анализ. Количественный анализ. Особенности ИК-спектроскопии полимеров, водородные связи, конформации.	1-9
3	8	6-7	<u>Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)</u> Применение ДСК для исследования материалов в химической технологии. Определение температуры стеклования, энталпии и термодинамических функций методом ДСК	1-9
4	6	10-12	<u>Термогравиметрия</u> Методы дифференциального термического анализа. Термофлуктуационная теория деструкции полимеров. Расчет термодинамических характеристик деструкции полимеров.	1-9
5	8	13-14	<u>Электронная микроскопия</u> Физические основы метода. Просвечивающая электронная спектроскопия. Сканирующая электронная спектроскопия	1-9

## **6. Содержание коллоквиумов**

Учебным планом не предусмотрены

## **7. Перечень практических занятий**

Учебным планом не предусмотрены

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема лабораторного занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
2	10	4-7	Инфракрасная спектроскопия, ИК-спектры. Расшифровка спектров наиболее распространенных термо- и реактопластов	10,13
3	10		Дифференциальная сканирующая калориметрия.	11,13
4	10	8-11	Метод термического анализа	11,13

## 9. Задания для самостоятельной работы магистранта

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	10	Экспериментальные установки (каталитические для газов, растворение и кристаллизационные процессы, обжиг, пиролиз, абсорбция и адсорбция).	1-9
2	30	Теоретические принципы метода. Анализ нормальных колебаний. Гармонические колебания двух и трех атомных молекул. Качественный ИК анализ. Количественный ИК анализ. Водородные связи и кислородсодержащие на спектрах полимеров.	1-9
3	25	Конформации полимерных материалов. Физические основы метода сканирующей калориметрии. Изучение реакции поликонденсации методом ДСК и особенности её проведения непосредственно на волокне	1-9
4	15	Термодинамика процессов пиролиза и горения органических соединений. Термофлуктуационная теория деструкции полимеров. Расчет термодинамических характеристик деструкции	1-9
5	36	Физические основы метода электронной микроскопии. Просвечивающая электронная спектроскопия. Сканирующая электронная спектроскопия. Элементный и фазовый анализ при электронной микроскопии.	1-9

## 10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

## 11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

**12. Курсовой проект**  
Учебным планом не предусмотрен

**13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе освоения образовательной программы у магистранта в ходе изучения дисциплины М.1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии» должны сформироваться компетенции ОПК-1 и ОПК-2.

Уровни освоения компетенции

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	знает и понимает теоретический материал с незначительными пробелами
	не достаточно умеет применять практические знания в конкретных ситуациях
	низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения; несформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Продвинутый (хорошо)	знает и понимает теоретический материал достаточно полно, без пробелов
	не достаточно умеет применять практические знания в конкретных ситуациях
	достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения; недостаточная сформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Высокий (отлично)	знает и понимает теоретический материал в полном объеме, без пробелов
	Полностью сформированы необходимые практические умения при применении знаний в конкретных ситуациях
	высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения; сформированность необходимых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях

Для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций, в процессе освоения дисциплины М.1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии» используются средства текущего контроля и промежуточной аттестации в виде экзамена.

**Оценочные средства для текущего контроля** включают собеседование, устный

опрос, беседа.

**Собеседование и устный опрос** проводится по темам дисциплины в устной форме. Оно позволяет определить знания и кругозор аспиранта, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

### Критерии оценивания собеседования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся демонстрирует уверенное знание изучаемого материала, основной и дополнительной литературы по теме; дает полные, развернутые ответы; аргументирует собственную позицию по дискуссионным моментам; при необходимости может привести примеры из практики.
«хорошо»	Обучающийся демонстрирует знание заявленной проблемы при малозначительных неточностях, пропусках, ошибках; при обсуждении высказывается отчасти три-виально, поверхностно, не всегда может подкрепить аргументы примерами.
«удовлетворительно»	Обучающийся допускает заметные пробелы, неточности, абстрактно аргументирует свою позицию без приведения конкретных примеров; его высказывания характеризуются низкой информативностью, стереотипностью, не отражают полного понимания темы.
«неудовлетворительно»	Обучающийся допускает большое количество ошибок, демонстрирует незнание изучаемого материала.

### Вопросы для экзамена

1. Теоретические основы колебательной спектроскопии
2. Квантово-механическое представление колебательных спектров
3. Основы классической теории колебательных спектров
4. Практический расчет колебательных спектров
5. Симметрия молекул и нормальных колебаний
6. Общие представления о симметрии молекул
7. Резонанс Ферми
8. Определение симметрии и структуры молекул
9. Выводы из сопоставления ИК-спектров
10. Контуры вращательной структуры полос
11. Групповые или характеристические частоты
12. Принципы устройства и действия ИК спектрометров
13. Характер и подготовка образцов
14. Сформулируйте определение понятия «термические методы анализа».
15. На чем основаны термические методы анализа?
16. В чем заключается метод термогравиметрического анализа.
17. Какие бывают виды термического анализа, дать краткую характеристику?
18. Какие виды измерения можно проводить с помощью метода термического анализа?
19. Какие условия надо учитывать при проведении термических методов анализа?
20. Какие факторы влияют на результат термических методов анализа?
21. Какие превращения являются эндотермическими, а какие экзотермическими? Приведите примеры.
22. В чем заключается эффект Зеебека?

23. Что собой представляет дифференциальная термопара, ее принцип действия?
24. Как происходит регистрация сигнала ДТА?
25. Чем отличаются кривые эндотермической и экзотермической реакций?
26. Какими способами определяется температуры начала и конца пика тепловых эффектов?
27. Чем отличаются кривые ДТА и ДСК?
28. Как выполняется количественная оценка тепловых эффектов?
29. Какие вещества могут быть использованы в качестве эталонных при проведении термического анализа?
30. Какие вещества могут быть использованы в качестве веществ сравнения при проведении термического анализа металлов?
31. Каковы источники ошибок в термическом анализе?
32. Почему необходима периодическая градуировка термопар?
33. С какими приборами целесообразно совместить термический анализатор для получения дополнительной информации?
34. Какие методы используются для идентификации тепловых эффектов?

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине М.1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии» включает учёт успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

**Лабораторные работы** считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета (протокола), включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и защите практического или лабораторного занятия – ответе на вопросы по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую/лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдается на проверку преподавателю.

**Самостоятельная работа** считается успешно выполненной в случае предоставления реферата/доклада по каждой теме. Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если реферат/доклад оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным занятиям;
- успешном решении тестовых заданий.

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по принципу.

## Критерии выставления оценок при проведении экзамена

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

## **14. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При изучении дисциплины М.1.1.6 «Инструментальные методы исследования в химической технологии», используются следующие образовательные технологии:

1. Стандартные образовательные технологии:
  - мультимедиа-презентации – наглядный иллюстративный материал по всем темам читаемого курса в формате Microsoft Office PowerPoint;
  - лекции, при проведении которых преобладает метод проблемного изложения;
  - лабораторные занятия, на которых обсуждаются основные проблемы, освещенные

в лекциях и сформулированные в лабораторных работах;

- самостоятельная работа, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям;
  - консультации преподавателей.
2. Проблемное обучение в зависимости от состава и качества студентов реализуется на разных уровнях сложности и самостоятельности:
    - проблемное изложение материала преподавателем;
    - преподаватель озвучивает проблемные ситуации, а студенты вместе с ним решают их.
  3. Семинарские занятия, организованное как конференции или «круглые столы».

## **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

1. Ананьев М.В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Ананьев М.В.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 76 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65989.html> — ЭБС «IPRbooks» <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/34813/1/978-5-7996-1468-3.pdf>
2. Звеков А.А. Спектральные методы исследования в химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Звеков, В.А. Невоструев, А.В. Каленский. — Электрон. дан. — Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2015. — 124 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69980](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69980).
3. Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Бердинский В.Л.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 141 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33663>.
4. Купцов А.Х. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров [Электронный ресурс]/ Купцов А.Х., Жижин Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 696 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31880>.
5. Газенаур Е.Г. Методы исследования материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2013. — 336 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44317](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44317).
6. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Г. Ярышев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский педагогический государственный университет, 2012.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18633>.
7. Сибирцев В.С. Экспериментальные методы исследования физико- химических систем. Часть 1. Основы теории строения вещества и физико- химических превращений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сибирцев В.С.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.— 78 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65379.html> — ЭБС «IPRbooks»
8. Татаринов В.Н. Спектры и анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Татаринов В.Н., Татаринов С.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 324 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13867.html> — ЭБС «IPRbooks»
9. Лабораторный практикум по курсу химии для технических университетов. Часть

2 [Электронный ресурс]: методические указания/ С.Л. Березина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009.— 87 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31432.html> — ЭБС «IPRbooks»

### **Методические указания**

10. Инфракрасная спектроскопия, ИК и КР спектры. Расшифровка спектров наиболее распространенных термо- и реактопластов / Ю.А.Кадыкова, 2022 (электронное издание).
11. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Расчет энергии активации отдельной стадии деструкции. / Ю.А.Кадыкова, 2022 (электронное издание).
12. Анализ кривых ТГ и ДТА термо- и реактопластов. Определение температурных интервалов переходов / Н.Л.Левкина, Е.В.Плакунова, 2022 (электронное издание).
13. Изучение влияния химической природы связующего и условий формования на свойства армирующих волокон / Е.В.Плакунова, Н.Л.Левкина, 2022 (электронное издание).

### **Периодические издания**

14. Журнал «Пластические массы». Режим доступа:  
<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7947>
15. Журнал «Химические волокна». Режим доступа:  
<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9238>
16. Журнал «Химическая промышленность». Режим доступа:  
<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10600>
17. Журнал «Композитный мир». Режим доступа:  
<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=50520>

## **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### *Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

### *Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

#### **Оборудование**

1. ИК-Фурье спектрометр «IRTracer-100» фирмы Shimadzu
2. Анализатор металлов X-MET 7500 (рентгенофлуоресцентный портативный энерго-дисперсионный спектрометр)
3. Калориметр дифференциальном сканирующий ДСК-Д
4. Термо-гравиметрический анализатор фирмы Паулик-Паулик-Эрдеи
5. Профилометр TR220

## **17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_  
Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_