

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра физической и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

/ С.Н. Щербич /

« 13 » марта 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

МЕТОДЫ АНАЛИЗА В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:

**Биотехнология**

Формы обучения: очная, заочная, очно-заочная

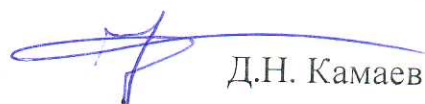
Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Методы анализа в биотехнологических производствах» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Биотехнология (Биотехнология), утвержденными:

- для очной формы обучения «13» марта 2020 года;
- для заочной формы обучения «13» марта 2020 года;
- для очно-заочной формы обучения «13» марта 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «20» 03 2020 года, протокол № 5.

Рабочую программу составил  
доцент

  
Д.Н. Камаев

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

  
Л.В. Мосталыгина

Заведующий кафедрой  
«Биология»

  
О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

  
Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

  
С.Н. Синицын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	30	30
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>98</b>	<b>98</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	71	71
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	2	2
Лабораторные работы	6	6
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>136</b>	<b>136</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	109	109
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

### Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	4	4
Лабораторные работы	8	8
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>132</b>	<b>132</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	105	105
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы анализа в биотехнологических производствах» относится к вариативной части дисциплин блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Аналитическая химия;
- Введение в биотехнологию,
- Процессы и аппараты биотехнологии;
- Клеточная биотехнология;
- Биокаталитические, биосинтетические, биосенсорные технологии;
- Методы контроля и сертификации биотехнологических производств;
- Промышленная микробиология и биотехнология;
- Большой практикум по биотехнологии.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин:

- Биобезопасность и техногенные риски в биотехнологии;
- Безопасность эксплуатации биотехнологических установок;
- Биотехнологические процессы в промышленности;
- Методы математической статистики в биотехнологии;
- Основы пищевой биотехнологии.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся целостной системы знаний и понимания основных химических и инструментальных методов анализа биотехнологическом производстве

Задачами дисциплины являются развитие представлений о современном состоянии и перспективах развития методов химического анализа в биотехнологии; развитие способности использовать полученные знания в областях познавательной и профессиональной сферы;

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества (ПК-6);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия (ПК-7).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– Знать теоретические основы классических и современных химических и физико-химических методов анализа, принципы выбора методов качественного и количественного состава вещества, методы метрологической обработки результатов анализа (для ПК-1, ПК-6);

– Уметь выбирать необходимые методы количественного анализа для контроля качества продукции на всех стадиях технологического процесса и применять их в практической деятельности; обосновывать достоверность полученных результатов и с использованием методов математической статистики (для ПК-1, ПК-6, ПК-7);;

– Владеть навыками выполнения качественного и количественного анализа и работы на современном аналитическом оборудовании; основными приемами метрологической обработки и контроля качества результатов анализа (для ПК-1, ПК-6);;

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Учебно-тематический план

##### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение	2	–
	2	Метрологическое обеспечение аналитического контроля биотехнологических производств	2	–
	3	Качественный анализ органических соединений	4	
	4	Избранные методы титриметрического анализа	4	18
Рубеж 2	5	Хроматографические методы анализа	4	12
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>30</b>

##### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Лабораторные работы
1	Введение	2	–
2	Качественный анализ органических соединений	–	
4	Избранные методы титриметрического анализа		6
5	Хроматографические методы анализа		
<b>Всего:</b>		<b>2</b>	<b>6</b>

##### Очно-заочная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение	–	
	2	Метрологическое обеспечение аналитического контроля биотехнологических производств	2	–
	3	Качественный анализ органических соединений	2	–
	4	Избранные методы титриметрического анализа	–	4
Рубеж 2	5	Хроматографические методы анализа	–	4
<b>Всего:</b>			<b>4</b>	<b>8</b>



## 4.2. Содержание лекционных занятий

### **Тема 1. Введение**

Особенности аналитического контроля технологических процессов различных биотехнологических производств (производство лекарственных веществ, пищевые биотехнологии, биотехнологические методы)

### **Тема 2. Метрологическое обеспечение аналитического контроля биотехнологических производств**

Закон об обеспечении единства измерений. Важнейшие понятия метрологии. Эталоны, передача размера единиц. Показатели качества методик количественного химического анализа. Методы оценки показателей точности, правильности, прецизионности. Стандартные образцы, требования, предъявляемые к ним. Область применения стандартных образцов. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал. Измерение. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Качественный анализ органических соединений как метод определения подлинности лекарственных препаратов

### **Тема 3. Качественный анализ органических соединений**

Идентификация спиртового и фенольного гидроксидов, карбоксильной, альдегидной и сложноэфирной групп, первичной ароматической и алифатической групп, вторичной и третичной аминогрупп, амидной группы, ароматической нитрогруппы, анионов органических кислот, идентификация по структурным фрагментам.

### **Тема 4. Избранные методы титриметрического анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование. Первичные стандарты. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Погрешности титрования. Автоматические титраторы.

Основы метода. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные реакции в амфипротонных, апротонных и смешанных растворителях. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства растворенного соединения. Выбор растворителя для неводного титрования. Титранты метода. Обнаружение конечной точки титрования. Определение слабых кислот и оснований методом неводного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Окислительно-восстановительное титрование. Основы метода. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривых. Способы обнаружения конца титрования; индикаторы. Возможности методов для анализа продуктов биотехнологических производств. Методы окислительно-восстановительного титрования.

### **Тема 5. Хроматографические методы анализа**

Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию фаз, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по технике выполнения. Хроматографические параметры. Краткая характеристика особенностей газовой, газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аппаратура для хроматографии. Методики количественной хроматографии. Возможности методов для анализа продуктов биотехнологических производств



### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.		
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
Р.4	Избранные методы титриметрического анализа	Йодометрическое определение сахаров	4	2	2
		Определение одного из катионов тяжелых металлов в растворе с помощью ЭДТА	4	–	–
		Определение содержания органических кислот в молочных и кисломолочных продуктах.	4	4	–
		Определение содержания алкалоидов в растительном сырье	4	–	–
		Рубежный контроль №1	2		2
Р.5	Хроматографические методы анализа	Определение общей концентрации катионов в растворе с помощью ионообменной хроматографии	4	–	–
		Определение уксусной кислоты, ацетата натрия и хлорида натрия в их смеси	4	–	–
		Определение красителей методом бумажной хроматографии, Рубежный контроль №2	2	–	2
			2		2
<b>Всего:</b>			<b>30</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется

подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ, защиты отчетов, а также самооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной, очно-заочной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам, подготовку к рубежным контролям (для очной и очно-заочной форм обучения), подготовку к экзамену.

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>37</b>	<b>93</b>	<b>103</b>
1. Кислотно-основное титрование в биотехнологии	–	10	10
2. Окислительно-восстановительное титрование	–	10	13
3. Осадительное титрование	4	10	10
4. Комплексонометрия	4	10	10
5. Физико-химические основы хроматографии	6	10	10
6. Критерии эффективности хроматографии	6	10	10
7. Газожидкостная хроматография	6	10	10
8. Ионообменная хроматография	6	10	10
9. Распределительная хроматография	3	10	10
10. Жидкостная хроматография	2	3	10
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>98</b>	<b>132</b>	<b>136</b>



## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной и очно-заочной форм обучения).
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения и очно-заочной форм обучения).
4. Вопросы к экзамену.

№	Наименование	Содержание					
<b>Очная форма обучения</b>							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	1 балла	6 баллов	10	10	30
	Примечания:	Запись 8 лекций по 1 баллу <b>Всего 8</b>	7 работ по 6 баллов <b>Всего 42 балла</b>	Ответ на вопрос <b>10</b>	Ответ на вопрос <b>10</b>	Сдача <b>30</b>	
<b>Очно-заочная форма обучения</b>							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций + запись	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	5	20	10	10	30
	Примечания:	2 лекции по 5 баллов <b>всего 10</b>	2 работы по 20 баллов <b>Всего 40</b>	Ответ на вопрос <b>10</b>	Ответ на вопрос <b>10</b>	Сдача <b>30</b>	

2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	<b>60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично</b>
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <p>– выполнение и защита пропущенной лабораторной или практической работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 20 баллов.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли 1 и 2 проводятся в форме устного (в форме собеседования) ответа на вопрос

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из одного вопроса. На подготовку при рубежном контроле отводится время не менее 20 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты ответа каждого студента и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Экзамен проводится в форме устного собеседования. Вопросы содержатся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На подготовку к ответу студенту дается минимум 45 минут.



Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю № 1

1. Особенности аналитического контроля технологических процессов различных биотехнологических производств (производство лекарственных веществ, пищевые биотехнологии, биотехнологические методы очистки сточных вод и др.)
2. Качественный анализ органических соединений как метод определения подлинности лекарственных препаратов.
3. Идентификация соединений по функциональным группам, содержащим кислород
4. Идентификация соединений по функциональным группам, содержащим азот.
5. Идентификация соединений по структурным фрагментам.
6. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури как теоретическая основа метода титрования в неводных средах.
7. Кислотно-основные реакции в амфипротонных, апротонных и смешанных растворителях. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства растворенного соединения.
8. Титранты, установочные вещества и индикаторы метода неводного титрования.
9. Возможности метода неводного титрования для количественного определения органических веществ.
10. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования и их использование в контроле качества продуктов биотехнологии.
11. Важнейшие понятия метрологии. Эталоны, передача размера единиц. Важнейшие понятия метрологии. Эталоны, передача размера единиц.
12. Показатели качества методик количественного химического анализа.
13. Методы оценки показателей точности, правильности, прецизионности. Методы оценки показателей точности, правильности, прецизионности.
14. Стандартные образцы, требования, предъявляемые к ним. Область применения стандартных образцов.

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю № 2

1. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация методов.
2. Классификация методов газовой хроматографии. Индексы удерживания Ковача. Источники погрешностей при их определении. Методика количественной газовой хроматографии.
3. Аппаратура для жидкостной хроматографии Жидкостные хроматографы
4. Основные представления о механизме жидкостной абсорбционной хроматографии. Сорбенты. Элюент. Требования к подвижной фазе. Сила подвижной фазы. Влияние природы и состава подвижной фазы на селективность.
5. Нормально-фазовая ЖАХ. Модели удерживания и типы взаимодействия сорбата с сорбентом. Области применения нормально-фазовой ЖАХ.
6. Ионообменная хроматография. Сущность метода. Основные представления о механизме ионного обмена. Ионообменное равновесие. Константа равновесия, селективность, фактор разделения. Ряды селективности
7. Ионообменники, их классификация. Комплексообразующие сорбенты. Физико-химические свойства ионообменников (обменная емкость, набухание, термическая и радиационная устойчивость). Ионный обмен в колонках. Применение в анализе.



8. Влияние pH и концентрации элюента на удерживание ионов. Аппаратура и способы детектирования. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография. Примеры применения ионной хроматографии.
9. Тонкослойная и бумажная хроматография. Теоретические основы методов. Величина R, ее связь с коэффициентом распределения. Методы определения этой величины. Факторы, на нее влияющие.
10. Бумага для хроматографии, сорбенты для тонкослойной хроматографии (ТСХ). Растворители. Техника получения хроматограмм: восходящая, нисходящая, одномерная, двумерная и круговая.

#### Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Титриметрический анализ. Методы. Алгоритм расчёта в методах титрования. Ошибки в титровании.
2. Кривые титрования (линейчатые и логарифмические). Общий принцип построения логарифмических кривых. Точка эквивалентности, точка нейтральности, конечная точка титрования и её установление. Симметрия кривых титрования. Скачок титрования, факторы влияющие на его величину. Погрешность титрования.
3. Кислотно-основное титрование. Алкалометрия. Первичные, вторичные стандарты. Примеры определений.
4. Ацидиметрия. Первичные, вторичные стандарты. Примеры определений.
5. Индикаторы кислотно-основного титрования. Область перехода окраски. Индикаторные ошибки.
6. Кривые титрования в кислотно-основном методе. Титрование сильной кислоты сильным основанием (и наоборот). Индикатор.
7. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием (и наоборот). Титрование многоосновной кислоты. Индикатор.
8. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой (и наоборот). Титрование многокислотного основания.
9. Редоксиметрия. Кривые титрования. Индикаторные ошибки.
10. Перманганатометрия. Условия определения. Примеры определений.
11. Цериметрия. Хроматометрия. Примеры определений. Йодатометрия.
12. Броматометрия. Примеры определений.
- 13.. Йоди- и йодометрия. Примеры определений.
14. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация методов.
15. Жидкостная хроматография. Характеристика метода. Аппаратное обеспечение. Применение в сфере биотехнологических производств.
16. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).
17. Плоскостная хроматография. Варианты тонкослойной хроматографии.
18. Бумажная хроматография.



## 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва: Химия, 2000. - 328 с.
2. Дорохова Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва: Мир, 2001. - 267с.
3. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия: справочное пособие /Л. В. Мосталыгина, Л. В. Кораблева. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2006. - 95 с.
4. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Учеб. для вузов/ Под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 1999. -351, 494с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Т.Н.Шеховцова, В.М.Иванов и др./ Под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
6. Основы аналитической химии: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва: Высшая школа, 2002. - 412 с.
7. Систематические и случайные погрешности химического анализа: учебник для вузов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия/ М.С. Черновьянц, И.Н. Щербаков, О.И. Аскалепова, И.В. Евлашенко; ред. М.С. Черновьянц. - Москва: Академкнига, 2004. - 160 с.
8. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза [Электронный ресурс] / Бёккер Ю. - М. Техносфера, 2009. - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362120.html>
9. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214542.html>

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Агрохимия и почвоведение» / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.
2. Михалева М.В. Практикум по качественному химическому полумикроанализу : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 032300 (050101) - химия / М. В. Михалева, Б. В. Мартыненко. - Москва : Дрофа, 2007. - 237с.
3. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012. -348с.
4. Жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / Хенке Х. - М. : Техносфера, 2009. - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948361987.html>

5. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха [Электронный ресурс] / Другов Ю.С.-М.: Лаборатория знаний, 2015. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996327898.htm>
6. Биомедицинская хроматография [Электронный ресурс] / А.А. Дутов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437728.html>
7. Рудаков О. Б. и др. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. Воронеж. Из-во: «Водолей», 2004.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Перри и др. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. М.: Мир, 1974
2. Фритц Дж. Ионная хроматография. М.: Мир, 1984
3. Руководство по капиллярному электрофорезу. / Под ред. А.М. Волощука, Научный совет по хроматографии. М.: Наука, 1996.
4. Столяров Б.В. и др. Практическая жидкостная и газовая хроматография. С.-Пб.: С.-Петербургский университет, 1998.
5. Сверхкритическая флюидная хроматография. / Под ред. Р. Смита. М.: Мир, 1991.
6. Белявская Т.А. и др. Методики по хроматографическому анализу. Москва - 1976.
7. Хроматографические методы анализа. Лабораторный практикум для студентов специальности 04.05.01 (на правах рукописи)/ Камаев Д. Н. доцент каф. ФиПХ
8. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению контрольной работы и практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 9с.
9. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия ” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 26с.
10. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению контрольной работы и для подготовки к практическим занятиям по аналитической химии химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, курганский государственный университет, 2016. - 40с

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://www.chem.msu.ru/">http://www.chem.msu.ru/</a>	Портал фундаментального химического образования
2	<a href="http://chemanalytica.com/">http://chemanalytica.com/</a>	Научно-популярный химический портал
3	<a href="http://chemister.ru/">http://chemister.ru/</a>	Сайт по неорганическому и органическому синтезу и литературным источникам по синтезу веществ, токсикологии фармакологии
4	<a href="http://www.alhimikov.net/elektronbuch/menu.html">http://www.alhimikov.net/elektronbuch/menu.html</a>	Интерактивный мультимедийный учебник по неорганической химии
5	<a href="http://www.xumuk.ru/nekrasov/">http://www.xumuk.ru/nekrasov/</a>	Учебник неорганической химии
6	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Научная электронная библиотека



		ELIBRARY.RU
7	<a href="http://window.edu.ru/unilib">http://window.edu.ru/unilib</a>	ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.
8	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	Университетская библиотека ONLINE.

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Информационные справочные системы:

ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studmedlib.ru/> (вход зарегистрированным пользователям).

ЭБС «Знаниум» – <https://znanium.com/>.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины «Методы анализа в биотехнологических производствах» используются учебные аудитории для проведения занятий (лекции, лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, промежуточный контроль), укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран). Лабораторный практикум проводится в специализированной лаборатории кафедры «Физическая и прикладная химия», оснащённой необходимым оборудованием и реактивами.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:

**Биотехнология**

«Методы анализа в биотехнологических производствах»

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часов)

Семестр: 7 (очная форма обучения), 7 (очно-заочная форма обучения), 7 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Метрологические основы аналитической химии. Качественный анализ, титриметрические; хроматографические методы. Особенности аналитического контроля технологических процессов различных биотехнологических производств (производство лекарственных веществ, пищевые биотехнологии, биотехнологические методы.