

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине  
**Протеомика и метаболомика**

Направление подготовки 04.04.01 Химия  
Направленность (профиль)  
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

## ВВЕДЕНИЕ

Протеом – это белковый комплимент генома, набор белков, продуцируемых клеткой, тканью, организмом.

Протеомика – методы и подходы для характеристики всех белков, их содержания и взаимодействия в живых организмах.

Цель протеомики – определение и характеристика полного набора белков данного организма.

Метаболические карты:

- содержат пути биосинтеза и деградации аминокислот, нуклеотидов, углеводов и липидов,
- дают полное представление о конкретных метаболических циклах, включая все промежуточные соединения,
- химические структуры на карте соединены стрелками с указанием, какие ферменты (белки) участвуют в соответствующих химических превращениях

Метаболомика (от англ. metabolomics, греч. metabolism + -omics - «полный, целый, весь») - научная область, изучающая совокупность всех исходных, промежуточных и конечных продуктов метаболизма и их количественное содержание в организме. Из промежуточных и конечных продуктов метаболизма строятся все клеточные субструктуры. Метаболом - совокупность всех метаболитов (метаболический профиль), являющихся продуктами обмена веществ в клетках, тканях, органах и организме в целом. Термин введен по аналогии с транскриптомикой и протеомикой. Метаболом меняется постоянно, так же как меняются транскриптом и протеом. Транскриптомика (данные об экспрессии мРНК генов) и протеомика (данные протеомного анализа) не раскрывают полностью процессы, происходящие в клетке. Метаболические профили метаболомики дают мгновенный снимок составов, лежащих в основе физиологических процессов в организме. Соответственно, метаболомику можно рассматривать как раздел молекулярной физиологии. В метаболомике для определения концентраций интермедиатов метаболизма применяют различные

методы разделения и идентификации химических веществ. Цель определения концентраций интермедиатов - воссоздание общей картины распределения потоков компонентов исходных субстратов в продукты жизнедеятельности клеток. Одна из проблем метаболомики обусловлена тем, что с химической точки зрения многие интермедиаты метаболизма сходны по строению, поэтому их сложно отделить друг от друга стандартными физико-химическими методами. В организме в ходе метаболизма эти сходные соединения, как правило, опознаются ферментами и могут иметь различное значение для жизнедеятельности клетки. Еще одна принципиальная проблема метаболомики связана с тем, что время жизни многих интермедиатов в клетке очень мало (эти вещества химически нестабильны в клеточных экстрактах), а их содержание в клетке очень сильно зависит от условий, в которых протекает жизнедеятельность организма. Метабономика - количественное измерение динамического многопараметрического метаболического ответа живых систем на патофизиологические воздействия или генные модификации. Этот подход используют в токсикологии, диагностике заболеваний и ряде других областей. Различия между метаболомикой и метабономикой не сводятся к выбору аналитических методов. Несмотря на отсутствие общепризнанной точки зрения, считается, что метаболомика уделяет большее внимание метаболическим профилям на клеточном и органном уровне и преимущественно связана с нормальным эндогенным метаболизмом. Метабономика использует метаболические профили главным образом для получения информации об изменениях метаболизма, связанных с внешними факторами окружающей среды и патологическими процессами. Из вышесказанного следует, что метаболомика и метабономика должны стать базовыми дисциплинами в образовании биологов, провизоров и медиков.

## **Лабораторная работа 1.**

Лизис клеток и выделение белка Реактивы: додецилсульфат натрия (SDS), глицерин, трис(гидроксиметил)аминометан (tris), дитиотреитол (DTT), бромфеноловый синий.

Оборудование: центрифуга с возможностью установки центробежного ускорения  $g = 10\ 000$ , например Centrifuge 5415 R (Eppendorf, Германия); устройство для ультразвуковой обработки в небольших объемах, например Bandelin Sonopuls HD 2070 (Bandelin, Германия). Рабочие растворы: Лизирующий буфер: 2% (мас./об.) SDS 10% (об./об.) глицерин 60 mM tris-Cl 100 mM дитиотреитол (DTT) Бромфеноловый синий – следовое количество (добавить после измерения концентрации белка) Буфер можно хранить при температуре  $-20\ ^\circ\text{C}$  в аликвотах и размораживать 1 раз.

Выполнение: К замороженному осадку клеток добавить 100 мкл буфера, перемешать и инкубировать в течение 20 минут. Затем на клетки воздействовать ультразвуком амплитудой 30% в течение 5 минут. После лизат отцентрифугировать 15 минут при 10000 g и собрать супернатант. Буфер для инкубации биологического материала содержит два денатурирующих агента - додецилсульфат натрия (SDS) и дитиотреитол (DTT). SDS добавляют в раствор, т.к. гидрофобное взаимодействие его анионов с белками происходит пропорционально объему и превращает белок в полипептид с неразветвленным стержнем. Последующая обработка клеток ультразвуком используется для разрушения клеточных структур. Далее нерастворимые части осаждают центрифугированием. В надосадочной жидкости будут находиться белки.

## **Лабораторная работа 2. Измерение общей концентрации белка методом Бредфорда**

Реактивы: Краситель Coomassie Brilliant Blue G-250, этанол, ортофосфорная кислота, бычий сывороточный альбумин (BSA). Оборудование: бумажные фильтры; спектрофотометр, например ПЭ-5300ВИ (Экрес-Аналитика, Россия) и

кюветы к нему (рекомендуются одноразовые кюветы).

Рабочие растворы: Раствор Бредфорда: растворить 100 мг красителя в 50 мл 96% (об./об.) этанола, добавить 100 мл 85% (об./об.) фосфорной кислоты. После того, как краситель полностью растворится, довести объем водой до 1 литра. Раствор рекомендуется настаивать 5-7 дней. Хранить при температуре +4°C. Фильтровать через бумажный фильтр непосредственно перед использованием.

Измерение: Приготовить белковые стандарты BSA и контрольную пробу. Для этого в dH<sub>2</sub>O приготовить следующие растворы BSA (табл. 1):

Таблица 1. Приготовление белковых стандартов BSA для построения калибровочной кривой.

| Раствор | Состав                                | Концентрация, мг/мл |
|---------|---------------------------------------|---------------------|
| A       | 10 мг BSA + 1 мл dH <sub>2</sub> O    | 10                  |
| B       | 250 мкл A + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 5                   |
| C       | 250 мкл B + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 2.5                 |
| D       | 250 мкл C + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 1.25                |
| E       | 250 мкл D + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 0.625               |
| F       | 250 мкл E + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 0.312               |
| G       | 250 мкл F + 250 мкл dH <sub>2</sub> O | 0.156               |
| K       | 2 мкл dH <sub>2</sub> O               | 0                   |

Смешать 2 мл раствора Бредфорда с 2 мкл стандарта и анализируемого раствора (аналита). Инкубировать 5 минут. Измерить поглощение белковых стандартов и исследуемого образца при 595 нм. Построить калибровочную кривую зависимости оптической плотности от концентрации стандартов (рис. 1) в программе Excel (тип диаграммы – точечная с гладкими кривыми и маркерами, с построенной линией и уравнением тренда, оси должны быть подписаны). По уравнению тренда найти концентрацию белка в исследуемом образце.

**Важно!** При расчете концентрации белка в анализе следует учитывать, что BSA,

ввиду своего строения, хорошо связывается с красителем Coomassie. Это делает метод Бредфорда примерно в два раза чувствительнее к чистому BSA по сравнению с «усредненной» смесью белков. В связи с этим, полученное значение концентрации белка в анализе следует умножить на 2.

### **Лабораторная работа 3. Приготовление геля для электрофореза**

В настоящем практикуме используется наиболее распространённая разновидность электрофоретического разделения – одномерный денатурирующий диск-электрофорез белков в полиакриламидом геле (англ. SDS PAGE). Как было указано выше, денатурация белковых молекул происходит с помощью додецилсульфата натрия (SDS) и дитиотреитола (DTT).

Благодаря гидрофобному взаимодействию анионов SDS с белками отрицательный заряд распределяется пропорционально объёму молекулы и превращает белок в полипептид с неразветвленным стержнем. Таким образом, перемещение белков в геле под действием электрического поля будет происходить к противоположному заряду – от катода (-) к аноду (+). Белки, имеющие бóльшую молекулярную массу, будут задерживаться в порах геля и иметь меньшую скорость прохождения в сравнении с белками меньшей молекулярной массы. Диск-электрофорез (от англ. discontinuous — прерывистый) — метод разделения макромолекул, при котором используется неоднородная разделяющая система с полиакриламидным гелем. При данной модификации электрофореза создаются скачкообразные изменения концентрации геля (от чего меняется размер пор), pH и градиента напряжения, за счёт чего достигается лучшее разделение белковых молекул. Полиакриламидный гель - продукт сополимеризации акриламида, создающего линейные продольные «цепи», и N, N'-метиленабисакриламида, служащего для поперечных «сшивок» линейных структур (рис.2).

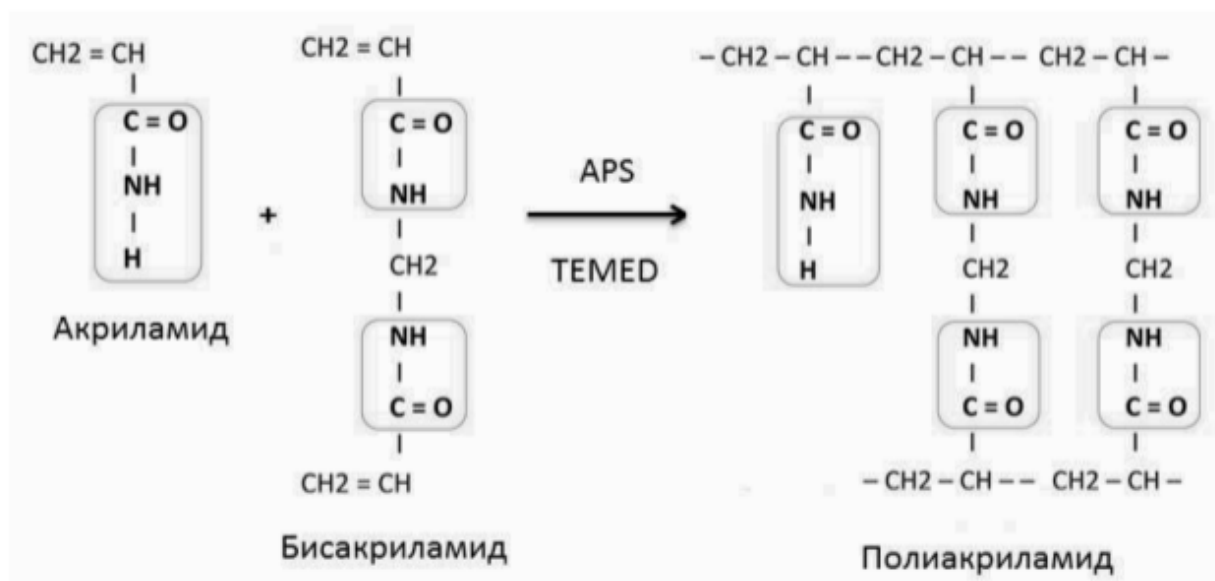


Рисунок 2. Реакция сополимеризации акриламида и N, N'-метиленибисакриламидом с образованием полиакриламида

Для полимеризации геля нужны инициаторы и катализаторы: окислительно-восстановительные системы, т.е. источники свободных радикалов). Для этого используется система из двух компонентов:  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  - персульфат аммония (APS), выступающий в качестве инициатора полимеризации  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2$  - N,N,N',N'-тетраметилэтилендиамин (TEMED), выступающий как катализатор образования полиакриламида.

Реактивы: акриламид, бис-акриламид, tris, соляная кислота (HCl), персульфат аммония (APS), тетраметилэтилендиамин (TEMED), глицин, SDS, 70% (об./об.) этанол, маркер молекулярной массы (белковые стандарты для электрофореза). Оборудование: набор оборудования для электрофореза, например фирмы Biorad, США (переднее и заднее стекло, «гребенка», зажимы и штатив для заливки, камера и блок питания); pH-метр, например Seven easy (Mettler Toledo, США); магнитная мешалка, например RH Basic (IKA, Германия).

Рабочие растворы:

Буферы: 1,5 M tris-HCl pH 8,8 0,5 M tris-HCl pH 6,8 При приготовлении tris-буферов с заданным pH следует сначала растворить соль в воде, а затем довести pH до нужного значения постепенным добавлением HCl, контролируя изменение

pH при помощи pH-метра. Раствор смеси акриламида и бисакриламида: 30% (мас./об.) акриламида 0,8% (мас./об.) N,N'-метиленбисакриламида Электродный буфер десятикратный: 250 mM tris 1920 mM глицин 11 1% (мас./об.) SDS.

Выполнение: Стекла и камеры для электрофореза собрать, основываясь на инструкции от производителя. Обычно вся конструкция состоит из двух стекол: наружного (высокого) и внутреннего (более короткого) и разделяющих их спейсеров, обеспечивающих щель для геля (рис. 3). При сборке стекол и камеры самое важное это герметичность, гель при заливке не должен вытекать из стекол, а электродный буфер не должен вытекать из верхней камеры.

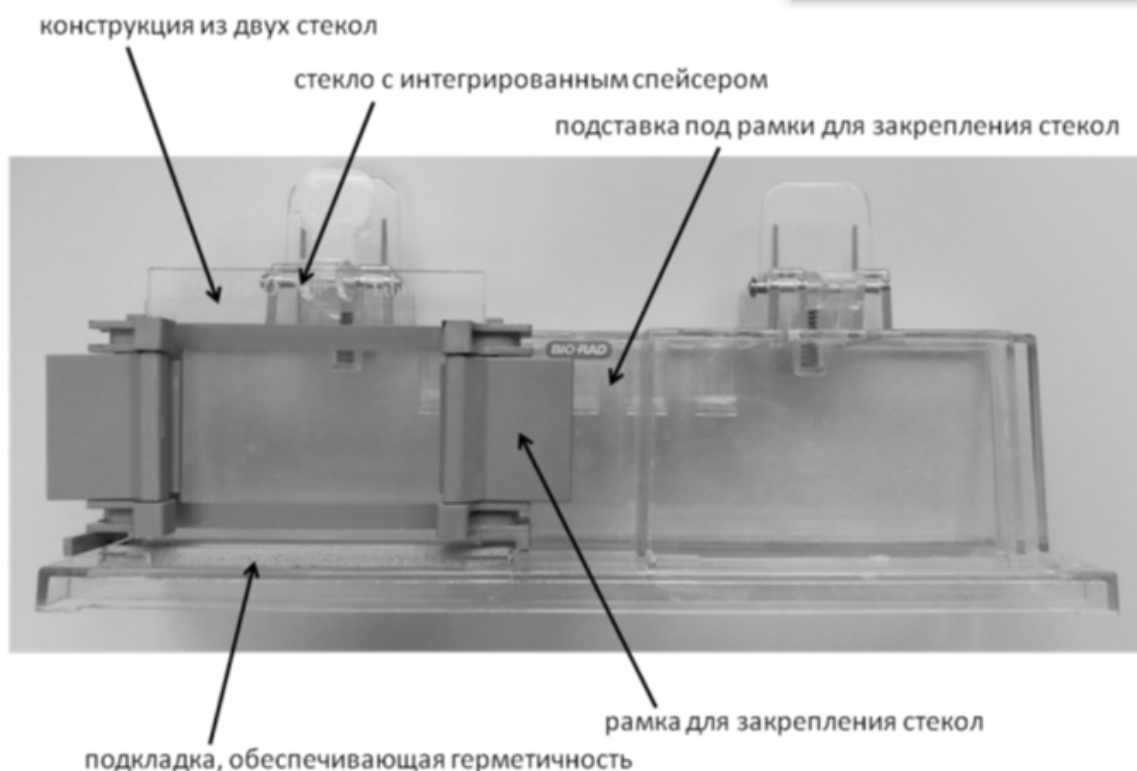


Рисунок 3. Собранная конструкция для заливки геля

Заливка разделяющего геля. Смешать все ингредиенты разделяющего геля, далее добавить катализаторы полимеризации, персульфат аммония и TEMED, аккуратно перемешать и залить между стеклами, оставив место под гребенку и еще примерно 3 мм. Далее быстро, но очень аккуратно наслоить сверху немного (примерно 5 мм) 70% (об./об.) этанола для защиты поверхности геля от воздуха и



для выравнивания верхней границы геля. Оставить примерно на 20 минут. Полимеризацию геля можно определить визуально по образованию четкой границы между гелем и спиртом. Заливка концентрирующего геля. После того, как разделяющий гель застыл, следует вылить спирт. Смешать все ингредиенты концентрирующего геля, добавить катализаторы, перемешать и залить раствор в оставшееся место между стеклами практически до верха. Быстро вставить гребенку. Оставить примерно на 20 минут до полного застывания. После застывания конструкцию из соединенных стекол с залитым между ними гелем и вставленной гребенки, помещенную в dH<sub>2</sub>O и герметично запечатанную, можно хранить неделю при 4°C.

#### **Лабораторная работа 4. Электрофорез. Фиксация и окраска**

После полимеризации (или хранения при вышеуказанных условиях) следует вынуть из геля гребенку и поместить конструкцию из соединенных стекол с залитым между ними гелем в камеру для фореа. В верхнюю камеру для буфера залить электродный буфер, и в нем наносить образцы на гель.

В образцы, содержащие лизированные культуры клеток, следует добавить немного красителя бромфенолового синего. Для этого может понадобиться развести его отдельно буфером для нанесения до достижения насыщенного темно-синего цвета. В каждый образец добавить 1-2 мкл красителя в зависимости от объема образцов. Краситель нужен для визуализации фронта в ходе электрофореза. В образцы плазмы перед нанесением на гель следует добавить буфер Лэммли в соотношении 1:4 (объем буфера для нанесения/объем исследуемого образца). Объем образцов следует подбирать исходя из концентрации в них белка так, чтобы в каждой дорожке оказалось примерно 10-50 мкг белка. При этом стоит измерить размер карманов и оценить, поместится ли предполагаемый объем образца в карман. Образцы наносить пипеткой с самым тонким носиком в карманы, не забыть записать порядок, в котором наносили образцы. В первый или последний карман нанести 5 мкл смеси маркеров

молекулярной массы. В камеру для электрофореза залить электродный буфер. Аккуратно перенести камеру со стеклами в камеру для электрофореза, закрыть крышку, правильно совместив электроды. Обратить внимание на полярность электродов. Включить блок питания и выбрать программу подачи тока.

Для стандартных гелей 1 мм в толщину рекомендуется следующая программа:

1. Вхождение белков в концентрирующий гель. Напряжение 50 В – 10 минут.
2. Белки в концентрирующем геле. Напряжение 100 В – 10 мин.
3. Вхождение белков в разделяющий гель. Напряжение 150 В – 10 мин.
4. Белки вошли в разделяющий гель. Напряжение 200 В – до достижения фронтом конца геля, примерно 30 минут.

### **Фиксация и окраска (выполняется в тот же день, что и электрофорез)**

Реактивы: этанол, уксусная кислота, краситель Coomassie R-250. Оборудование: ванночки для гелей; орбитальный шейкер («качалка»), например KS 260 basic (Ика, Германия); бумажные фильтры.

Буферы: Фиксатор: 10% (об./об.) уксусная кислота 20% (об./об.) этиловый спирт Раствор для окрашивания: 0.1% (мас./об.) краситель Coomassie Brilliant Blue R-250 10% (об./об.) уксусная кислота 20% (об./об.) этанол Растворить 0.4г красителя Coomassie Brilliant Blue R-250 в 200 мл 40% (об./об.) этанола. Отфильтровать раствор через бумажный фильтр. Добавить 200 мл 20% (об./об.) уксусной кислоты. Этот раствор следует готовить заранее, настаивать не менее суток и можно использовать повторно в течение нескольких лет. Раствор для отмывки: 10% (об./об.) уксусная кислота. Раствор для хранения: 2% (об./об.) уксусная кислота.

Выполнение: Фиксация. По окончании электрофореза, соединенные стекла с залитым между ними гелем вынуть, верхний буфер вылить и аккуратно раскрыть стекла и перенести гель ванну с фиксатором. Оставить на 15 минут на шейкере,

затем слить фиксатор, залить новый и оставить еще на 15 минут.

Окрашивание. Вылить фиксатор и залить краситель. Оставить на 20 минут. Вылить краситель обратно в банку и залить раствор для отмывки.

Отмывка. Когда цвет раствора сравнивается с цветом фона геля, раствор следует сменить на новый. Так повторять до тех пор, пока фон геля не станет прозрачным и бесцветным. После второй смены, гель в растворе для отмывки можно оставить на ночь.

Хранение. Гель можно хранить до 1 недели при температуре 4о С в 2% (об./об.) уксусной кислоте.

### **Лабораторная работа 5. Выбор и вырезание белковых полос.**

Отмывка Реактивы: уксусная кислота, этанол, гидрокарбонат аммония, ацетонитрил.

Оборудование: стекло; бритвенное лезвие или скальпель; глазные ножницы; мини-ротатор, например Bio RS-24 (Biosan, Латвия); термошейкер, например TS100C (Biosan, Латвия).

Рабочие растворы: Раствор для отмывки от SDS: 40% (об./об.) этиловый спирт 10% (об./об.) уксусная кислота Раствор для обесцвечивания: 100 мМ гидрокарбонат аммония 10% (об./об.) ацетонитрил.

Выполнение: Вынуть гель и положить на чистое стекло. Вырезать интересные белковые полосы бритвой или скальпелем и разложить по пробиркам с 2% (об./об.) уксусной кислотой. Далее следует порезать гель на более мелкие кусочки чистыми ножницами в пробирке. Кусочки должны быть такого размера, чтобы они не проникали в носик от пипетки и не застревали там. Уксусную кислоту следует убрать из пробирки, залить кусочки геля раствором для отмывки от SDS и поставить на шейкер на 15 минут. Таких смен следует сделать три. Далее сменить раствор на раствор для отмывки от Coomassie R-250 и отмывать в 3 смены по 15 минут при 60о С до обесцвечивания геля.

## Вопросы и задачи

- 1 Задачи метаболомики. История появления и развития металомики и метабономики.
- 2 Понятие о метаболоме. Метаболические маркеры.
- 3 Аналитические методы, используемые в метаболомике.
- 4 Основные области практического приложения метаболомики.
- 5 Общая схема проведения метаболомных исследований.
- 6 ЯМР-спектроскопия – как основной метод в метаболомных исследованиях: принцип метода, аналитические возможности.
- 7 Методы ионизации в масс-спектрометрии
- 8 Типы масс-анализаторов в масс-спектрометрии
- 9 Гибридные масс-спектрометры: характеристика и основные возможности
- 10 Характеристики масс-спектрометров.
- 11 Идентификация метаболитов в ГХ-МС и ВЭЖХ-МС.
- 12 Прямой масс-спектрометрический анализ
- 13 Особенности ГХ-МС анализа метаболитов
- 14 Особенности ВЭЖХ-МС анализа метаболитов
- 15 Дериватизация аналитов: для каких методов используется. Типы дериватизации.
- 16 Выбор ВЭЖХ метода и методики для анализа метаболитов
- 17 Липидомика: извлечение из биообразцов, экстракция, методы разделения и количественного определения.
- 18 Метаболическое профилирование и метаболический фингерпринтинг
- 19 Метаболомные исследования в спортивной медицине.
- 20.Метаболом человека: метаболический профиль плазмы крови, мочи и др. биожидкостей.
- 21 Анализ метаболических маркеров врожденных заболеваний. Поиск метаболических маркеров различных инфекционных и онкологических заболеваний для ранней диагностики и выбора эффективной терапии.
- 22 Пищевые биомаркеры.
- 23 Статистические методы обработки информации метаболомных данных. Принципы поиска и оценки потенциальных биомаркеров в метаболомном анализе
- 24 Идентификация метаболитов с использованием баз данных
- 25 Стандарт идентификации метаболитов в метаболомных исследованиях

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания по организации и проведению самостоятельной**  
**работы студентов**  
**по дисциплине**  
**Протеомика и метаболомика**

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

## Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы студентов:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь студентам в формировании у них компетенций, согласно учебного плана.

Основными формами работы и контроля студентов являются:

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работе студентов.

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине «Практическая хроматография».

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании

подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.



## Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

1. титульный лист;
2. оглавление;
3. введение;
4. основная часть;
5. заключение;
6. список литературы и источников;
7. приложение.

*Титульный лист* - это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три-пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

*Введение к работе.* Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

*Содержание глав основной части* должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора, сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её

следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2-3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др.

Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

## Общие требования к оформлению реферата.

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (размер шрифта - 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого - 10 мм, верхнего - 20 мм, нижнего - 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы.

### Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами,

вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

## Рекомендуемая литература:

### Основная литература:

1. Гааль Э., Медбеши Г., Верецкеи Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982. 448 с.
2. Говорун В.М., Тихонова О.В., Гоуфман Е.И., Серебрякова М.В., Момыналиев К.Т., Лохов П.Г., Хряпова Е.В., Кудрявцева Л.В., Смирнова О.В., Торопыгин И.Ю., Максимов Б.И., Арчаков А.И. Сравнительная характеристика протеомных карт клинических изолятов *Helicobacter pylori*. Биохимия. 2003. Т. 68(1): С. 52-60.
3. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 1976. V. 72: P. 248-254.
4. Karas M., Bachmann D., Bahr D., Hillenkamp F. Matrix-assisted ultraviolet-laser desorption of nonvolatile compounds. Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc. 1987.V. 78: P. 53-68.
5. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 1970. V. 227(5259).P.680-685.
6. Shevchenko A, Wilm M, Vorm O, Mann M. Mass spectrometric sequencing of proteins silver-stained polyacrylamide gels. Anal Chem. 1996. V. 68(5): P. 850-858.

### Дополнительная литература:

1. Simpson RJ. Proteins and Proteomics: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor (New York): Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2003. P. 926. ISBN: 0-87969-553-6
2. Rombouts I, Lagrain B, Brunnbauer M, Delcour JA, Koehler P. Improved identification of wheat gluten proteins through alkylation of cysteine residues and peptide-based mass spectrometry. Sci Rep. 2013. V.3:P.2279.

### Интернет-ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org> - электронная энциклопедия.
2. <http://www.koob.ru> - электронная библиотека.
3. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система.
4. <http://studentam.net> - электронная библиотека учебников.
5. [www.dissercat.ru](http://www.dissercat.ru) - электронная библиотека диссертационных работ.

### Программное обеспечение:

Специализированное программное обеспечение не требуется