

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные проблемы биотермодинамики

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Горбачук В.В. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Valery.Gorbachuk@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

знать биотермодинамику, включая результаты изучения влияния среды на кинетику ферментативных реакций в неводных растворителях, межмолекулярных взаимодействий органических соединений с белками и влияния на этот процесс гидратации, проблемы неравновесности и эффектов памяти белковых препаратов, стабильности белков в неводных растворителях, применение сшитых кристаллов ферментов и белков вообще в биотехнологии, фолдинг белков, термотропные переходы для растворов белков и полимеров

Должен уметь:

применять полученные знания в области биотермодинамики на практике, при решении научных, медицинских и производственных проблем

Должен владеть:

основными подходами современной термодинамики при изучении и применении биохимических процессов и препаратов в научных исследованиях и на практике

Должен демонстрировать способность и готовность:

решать практические задачи в области биохимии с применением современных подходов биотермодинамики

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.15.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	Само- стоя- тель- ная ра- бота
1.	Тема 1. Влияние среды на кинетику ферментативных реакций в неводных растворителях.	8	6	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Термодинамика сорбции воды и органических соединений на белках. Особенности межмолекулярных взаимодействий органических соединений с белками. Кооперативность влияния воды	8	6	4	0	0	0	0	
3.	Тема 3. Связывание лигандов (субстратов) белками в водных растворах, неводных средах в условиях пониженной гидратации.	8	6	0	0	0	0	0	11
4.	Тема 4. Проблема неравновесности белковых препаратов. Эффекты памяти белковых препаратов.	8	6	4	0	0	0	0	
5.	Тема 5. Стабильность белков в водных растворах, в неводных растворителях и в бинарных водно-органических средах. Термическая денатурация и экспериментальные методы ее изучения. Методы стабилизации ферментов.	8	6	4	0	0	0	0	15
6.	Тема 6. Применение шитых кристаллов ферментов в биотехнологии. Методы приготовления шитых кристаллов ферментов. Зависимость их свойств от условий приготовления.	8	4	0	0	0	0	0	
4.2	Тема 7. Термодинамика сорбции воды и органических соединений на белках. Особенности межмолекулярных взаимодействий органических соединений с белками. Кооперативность влияния воды	8	6	0	0	0	0	0	6
7.	Тема 1. Влияние среды на кинетику ферментативных реакций в неводных растворителях. Влияние среды на кинетику ферментативных реакций в неводных растворителях. Влияние среды на направление ферментативных реакций. Влияние среды на стерео- и энантиоселективность ферментативных реакций. Кооперативное влияние гидратации фермента на кинетику ферментативных реакций. Водоподобные растворители и особенности их влияния на кинетику ферментативных реакций.	8	6	0	0	0	0	0	32

Тема 2. Термодинамика сорбции воды и органических соединений на белках. Особенности межмолекулярных взаимодействий органических соединений с белками. Кооперативность влияния воды

В данной теме даются сведения о термодинамике сорбции воды на белках, особенностях межмолекулярных взаимодействий органических соединений с высушенными и гидратированными белками; рассматривается кооперативное влияние гидратации на термодинамические параметры взаимодействия белков с субстратами и органическими растворителями

Тема 3. Связывание лигандов (субстратов) белками в водных растворах, неводных средах в условиях пониженной гидратации.

Связывание лигандов (субстратов) белками в водных растворах. Связывание лекарственных веществ макромолекулами: модель Скотчарда. Соотношения типа структура-свойство для лекарственных препаратов и белков. Кооперативное связывание лигандов: модель Хилла. Аллостерические белки. Применение изотермической калориметрии к изучению равновесных процессов с участием биологических макромолекул. Определение термодинамических параметров связывания лекарственных веществ сывороточным альбумином человека. Применение антител в качестве рабочего материала сенсоров в неводных растворителях. Влияние температуры и липидов на взаимодействие высушенных и гидратированных белковых препаратов с гидрофобными субстратами.

Тема 4. Проблема неравновесности белковых препаратов. Эффекты памяти белковых препаратов.

Проблема неравновесности белковых препаратов. Эффекты памяти белковых препаратов. Влияние условий приготовления белкового препарата на его свойства. Эффект истории гидратации. Гистерезис сорбции-десорбции воды на белке. Определение термодинамических параметров связывания лекарственных веществ сывороточным альбумином человека.

Тема 5. Стабильность белков в водных растворах, в неводных растворителях и в бинарных водно-органических средах. Термическая денатурация и экспериментальные методы ее изучения. Методы стабилизации ферментов.

Стабильность белков в водных растворах, в неводных растворителях и в бинарных водно-органических средах. Термическая денатурация и экспериментальные методы ее изучения. Методы стабилизации ферментов. Влияние различных добавок на устойчивость белков к термической денатурации. Влияние влажности белка на его термостабильность. Обратимая и необратимая денатурация белка.

Тема 6. Применение сшитых кристаллов ферментов в биотехнологии. Методы приготовления сшитых кристаллов ферментов. Зависимость их свойств от условий приготовления.

Применение сшитых кристаллов ферментов в биотехнологии. Методы приготовления сшитых кристаллов ферментов. Зависимость их свойств от условий приготовления. Применение сшитых кристаллов белков для хроматографического разделения органических соединений. Особенности свойств сшитых кристаллов белков как неподвижных фаз в жидкостной хроматографии.

Тема 7. Термотропные переходы в водных растворах белков и полимеров. Фолдинг белков

Термотропные переходы в водных растворах белков, полипептидов и полимеров. Фолдинг белков. Обратная температурная зависимость растворимости. Факторы, приводящие к термотропным переходам. Взаимное превращение энергии в условиях термотропных переходов. Термотропные гели и их сходство с белками движения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Горбачук В.В., Зиганшин М.А., Новиков В.Б., Сироткин В.А. Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования... - <http://kpfu.ru/docs/F2103567237/chem0018.pdf>

Горбачук В.В., Зиганшин М.А., Новиков В.Б., Сироткин В.А. Руководство к спецпрактикуму по химической термодинамике... - <http://kpfu.ru/docs/F574818814/chemPH05.pdf>

Супрамолекулярная химия .. - <http://www.chem.msu.ru/zorkii/istkhim/supramol.html>

Термодинамика растворов (лекция, англ. яз) .. - http://www.youtube.com/watch?v=SL1qwsQMp_8

Толмачев А.М. "Термодинамика адсорбции газов, паров и растворов" (Учебно-методическое пособие).. - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tolmachev/tolmachev1.pdf>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях необходимо конспектировать основные определения понятий, терминов и концепций курса, включая формулировки его основных положений, а также описание практической и теоретической значимости рассматриваемых явлений. Необходимо записывать уравнения, используемые в лекционном курсе, их вывод и расшифровку используемых в них параметров, а также единицы измерения основных экспериментально определяемых величин.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля; - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.
зачет	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На зачете необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.15.06 Современные проблемы биотермодинамики

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / под редакцией К. Уилсон, Дж. Уолкер ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. - ISBN 978-5-00101-786-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151579> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сироткин В.А. Избранные главы к лекционному курсу 'Биофизическая химия' / В.А. Сироткин. - Казань: Казанский университет, 2011. - 51 с. - Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/staff_files/F297536585/Biofizicheskaya.himiya_Sirotkin.VA.pdf (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: открытый.
3. Сироткин В.А. Избранные главы к лекционному курсу 'Биофизическая химия' / В.А. Сироткин. - Казань: Казанский университет, 2011. - 51 с.

Дополнительная литература:

1. Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие для вузов / М. В. Волькенштейн. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 596 с. - ISBN 978-5-507-50794-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/465098> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Родин, В. В. Основы физической, коллоидной и биологической химии : курс лекций / В. В. Родин ; Ставропольский государственный аграрный университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ставрополь : АГРУС, 2012. - 124 с. - ISBN 978-5-9596-0577-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514532> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Кольман, Я. Наглядная биохимия : справочник / Я. Кольман, К. -. Рём ; перевод с английского Т. П. Мосоловой. - 9-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 514 с. - ISBN 978-5-93208-650-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/319214> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.15.06 Современные проблемы биотермодинамики

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.