Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФББ
_____ В.В. Шишов
«_19_» _апреля_____ 2022 г.
Институт фундаментальной
биологии и биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина _____Биотехнология_____

Группа научных специальностей _____1.5. Биологические науки__

Научная специальность _____1.5.6. Биотехнология_____ .

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями
Группе научных специальностей /научная специальность
1.5. Биологические науки/1.5.6. Биотехнология

Программу составили: Прудникова С.В. _____

Заведующий кафедрой (разработчик): Волова Т.Г. _____

«18» апреля 2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающая)

«18» апреля 2022 г. протокол № 10

Заведующий кафедрой (выпускающей): Волова Т.Г. _____

Дополнения и изменения в учебной программе на 20 __/20__ учебный год.
В рабочую программу вносятся следующие изменения: _____
_____
_____
_____

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

«____» _____ 20___г. протокол № _____

Заведующий кафедрой: _____

_____

Внесенные изменения утверждаю:

Директор ИФББ Шишов В.В. _____

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – сформировать систему знаний о физических принципах, механизмах и моделях функционирования биологических систем на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

1.2 Задачи изучения дисциплины

По окончании изучения дисциплины *Биотехнология* аспирант должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

- анализировать и критически оценивать достижения в области биотехнологии сложных систем, молекулярной биотехнологии и биотехнологии клеточных процессов;
- анализировать современное состояние, перспективные направления и тенденции развития современной биотехнологии;
- использовать теоретические знания механизмов функционирования биологических систем в процессах исследовательской деятельности.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины *Биотехнология*, в соответствии с целями образовательной программы, аспирант способен:

- планировать и ставить задачи, разрабатывать методы экспериментального исследования физико-химических и биологических процессов в живых организмах и биотехнологических системах с использованием современного оборудования, информационных технологий, новейшего отечественного и зарубежного опыта;
- свободно пользоваться современными методами анализа, обработки и интерпретации комплексной биологической информации для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности.

Приобретает следующие знания, умения, навыки: знание содержания, форм методов и средств научно-исследовательской деятельности; владение методикой планирования научно-исследовательской деятельности; знание технологий решения типовых задач в различных областях практик.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *Биотехнология* относится к образовательной компоненте учебного плана.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Дисциплина реализуется на русском языке.

Допускается проведение отдельных занятий (лекций/практических занятий) на английском языке.

Изучение дисциплины *Биотехнология* может осуществляться с использованием платформы электронного обучения СФУ e.sfu-kras.ru.

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего,	Семестр

	зачетных единиц (акад. часов)	7
Общая трудоемкость дисциплины	7 (72)	7 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1(36)	1(36)
занятия лекционного типа	1(36)	1(36)
занятия семинарского типа	–	–
в том числе: семинары практические занятия	–	–
другие виды контактной работы	–	–
Самостоятельная работа аспирантов:	1(36)	1(36)
изучение теоретического курса (ТО)	1(36)	1(36)
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа (Семинары и/или Практические занятия (акад. час))	Самостоятельная работа, (акад. час),
1	Введение в дисциплину	2		4
2	Биотехнология сложных систем. Теоретическая биотехнология	10		8
3	Молекулярная биотехнология	12		12
4	Биотехнология клеточных процессов	12		12

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме
1	1. Введение в дисциплину	Предмет биотехнологии, ее место в естествознании. Взаимосвязь физических, физико-химических и биологических процессов в живых организмах. Разделы и методы биотехнологии	2	
2	2. Биотехнология сложных систем. Теоретическая биотехнология	Кинетика биологических процессов. Базовые модели в математическом моделировании биологических процессов. Термодинамика	10	

		необратимых процессов и ее применение к биологическим системам. Законы термодинамики и их применение к биологическим системам. Связь между кинетикой и термодинамикой.		
	3. Молекулярная биотехнология	Пространственная организация биополимеров. Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Динамические свойства глобулярных белков. Взаимодействие статистических и механических факторов, определяющих динамическую подвижность белков. Электронные свойства биополимеров. Химические взаимодействия в макромолекулах. Цепь главных валентностей. Электронные уровни.	12	
	4. Биотехнология клеточных процессов	Биотехнология мембранных процессов. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Структурная организация мембран. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения. Связь транспорта ионов и процессов переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Биотехнология сократительных систем. Основные типы сократительных и подвижных систем. Биотехнология рецепции. Биотехнология фотобиологических процессов. Общая характеристика фотохимических реакций и их типы. Основные стадии фотобиологического процесса.	12	

3.3 Занятия семинарского типа (названия тем – одинаковое, содержание – авторское).

Учебным планом не предусмотрены.

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

Самостоятельное изучение дисциплины содержит проработку аспирантами вопросов теоретического курса и электронных ресурсов по данной тематике. Содержание

самостоятельной работы определяется индивидуально в соответствии с темой диссертационного исследования аспиранта. При самостоятельной работе над теоретическим курсом аспирант пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, перечня программного обеспечения, методических указаний, используемых в учебном процессе

К видам самостоятельной работы аспирантов относятся:

- проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы;
- конспектирование материалов, аннотирование научных публикаций, работа со справочной литературой;
- подготовка к опросу;
- участие в НИР аспирантов и пр.

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Текущий контроль по дисциплине *Биотехнология* проводится во время проведения лекционных занятий в форме опроса. Текущий контроль выполнения заданий осуществляется регулярно, начиная с 2-ой недели семестра. Система текущего контроля успеваемости служит качественному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1 Основная литература

1. Волова, Т.Г. Введение в биотехнологию: учебное пособие. - Красноярск: ИПК СФУ, 2008. - 187 с.
2. Леонович, А.А. Физика и химия полимеров: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 104 с.
3. Луканин, А.В. Российский университет дружбы народов. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств: учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 304 с.
4. Луканин, А.В. Российский университет дружбы народов. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств: учебное пособие. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 451 с.
5. Применение сахаросодержащих субстратов для повышения доступности «зеленых» биопластиков: учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Ин-т фундамент. биологии и биотехнологии; сост. Е. Г. Киселев [и др.]. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 2,5 Мб). - Красноярск: СФУ, 2022 (2022-02-25). - 98 с.
6. Разинов, А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Разинов А. И., Клинов А. В., Дьяконов Г. С. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 688 с.
7. Ризниченко, Г.Ю. Динамические модели электронного транспорта в фотосинтезе. - Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2020. - 331 с.
8. Рубин А.Б. Биотехнология (в том числе бионанотехнологии). - Москва: Московский университет им. М.В. Ломоносова, 2004 г. (Классический университетский учебник). - 2004. - 462 с.
9. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения: учебно-методическое пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / под ред. М. И. Штильман. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 328 с.
10. Фотобиотехнология (в том числе бионанотехнологии): электрон. учеб. пособие / И.Е. Суковатая [и др.]; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (9 Мб.). -

Красноярск: ИПК СФУ, 2008. - 438 on-line. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/141/u_course.pdf
11. Франк, Л. А. Биоорганическая химия: учебное пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - 174 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Глик, Б. Молекулярная биотехнология: принципы и применение = Molecular Biotechnology. Principles and Applications of Recombinant DNA : перевод с английского / Б. Глик, Д. Пастернак ; под ред. Н. К. Янковский. - Москва : Мир, 2002. - 589 с.
2. Джаксон, М. Молекулярная и клеточная биофизика = Molecular and Cellular Biophysics: пер. с англ. - Москва: Мир: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. - 551 с.
3. Плутахин Г. А. Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. - 239 с.
4. Рубин А. Б. Термодинамика биологических процессов. Учебное пособие. / А. Б. Рубин. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1976. – 240с.
5. Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика [Текст]: учебное пособие: [в 2 томах]. - Москва: Книжный дом "Университет" - Том 2. - 2010. - 733 с.
6. Финкельштейн А. В. Физика белка / А. В. Финкельштейн, О. Б. Птицын.– М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 376с.
7. Чернавский Д. С. «Белок-машина». Биологические макромолекулярные конструкции / Д. С. Чернавский, Н. М. Чернавская. – М.: Янус, 1999. – 256 с.

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Национальный центр по биотехнологической информации – отдел в Национальной медицинской лаборатории (National Library of Medicine (NLM)), Национального института здоровья США (US National Institutes of Health (NIH) – National Center for Biotechnology Information (NCBI)). – Режим доступа: www.ncbi.nlm.nih.gov
- GenBank. Режим доступа: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/index.html
- Protein Data Bank (PDB). – Режим доступа: http://www.pdb.org/pdb/home/home.do
- PubMed Central. – Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
- Лекции по биофизике клетки и биоэнергетике. Режим доступа: http://www.medbiophys.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=216&Itemid=182

Помимо лицензионного доступа к ресурсам аспирантам рекомендуется использование открытых поисковых систем для работы с публикациями различного формата.

Российские информационные ресурсы

- eLIBRARY.RU – Научная электронная библиотека. http://elibrary.ru/
- Znanium – Электронно-библиотечная система. https://znanium.com/
- Антиплагиат.Вуз – Система обнаружения текстовых заимствований. https://bik.sfu-kras.ru/elib/databases/antiplagiat
- ИВИС (East View) – Электронные версии ведущих российских журналов. https://eivis.ru/
- КиберЛенинка – Научная электронная библиотека. https://cyberleninka.ru/
- Лань – Электронно-библиотечная система. http://e.lanbook.com

- ЛитРес: Библиотека – Электронная библиотека. https://biblio.litres.ru/
- Российская государственная библиотека (РГБ) – Электронная библиотека диссертаций. https://diss.rsl.ru/
- Юрайт – Образовательная платформа. https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup

Мировые информационные ресурсы

- ACS Publications (American Chemical Society) – База данных издательства Американского химического общества. https://pubs.acs.org/
- Annual Reviews – Журналы по естественным и общественным наукам. https://www.annualreviews.org/
- Directory of Open Access Journals (DOAJ) – Каталог журналов открытого доступа. https://www.doaj.org/
- EBSCOhost – Поисковая платформа по базам данных компании EBSCO. https://search.ebscohost.com/
- Elsevier (ScienceDirect) – База данных издательства Elsevier. https://www.sciencedirect.com/
- Nature – Журналы издательской компании Springer Nature. https://www.nature.com/
- SAGE Journals – Журналы издательства SAGE Publications. https://journals.sagepub.com/
- SciVal – Платформа для мониторинга и анализа научных исследований от компании Elsevier. https://www.scival.com/
- Scopus – Библиографическая и реферативная база данных компании Elsevier. https://www.scopus.com/
- SpringerLink – Онлайн-коллекции издательства Springer Nature. https://link.springer.com/
- Wiley Online Library – Онлайн-библиотека компании Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/

8 Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Обучающемуся рекомендуется составление конспекта лекций (кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины); задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой.
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект и т.д. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. При самостоятельной работе над теоретическим курсом аспирант пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Работа осуществляется при помощи лицензионных программных продуктов: Microsoft Office, Microsoft Windows, а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

В рамках освоения дисциплины используется одна из крупнейших информационных систем в области биологии медицины, биофизики Национального центра биотехнологической информации (*National Center for Biotechnology Information* (*NCBI*)), США (*www.NCBI.nlm.nih.gov)*.

БД *NCBI* являются достаточно сложным инструментарием с разнообразным функционалом. Ниже приведено краткое описание основных БД *NCBI*, которые могут быть полезны при прохождении практики и подготовке отчета.

БД *Nucleotide* (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/sites/*Entrez*?db=nucleotide) объединяет данные последовательностей нуклеиновых кислот из нескольких исходных БД, в том числе *GenBank, RefSeq* и др. Данные могут быть найдены по регистрационному номеру, имени автора, наименованию организма, генома/белка, а также ряду других параметров.

БД *Protein* (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/sites/*Entrez*?db=protein) является коллекцией аминокислотных последовательностей из нескольких источников, в том числе из *GenBank, RefSeq и TPA,* а также *SwissProt, PIR, PRF и PDB.*

БД *Structure* (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/Structure/index.shtml) организуют доступ к результатам молекулярного моделирования макромолекул и связанным с ними БД: трехмерных биомолекулярных структур полученных с помощью рентгеновской кристаллографии и ЯМР-спектроскопии; БД химических структур небольших органических молекул; к информации об их биологической активности и т. д.

БД *Gene* (*http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=gene*) представляет собой инструмент для просмотра данных из широкого спектра геномов. Каждая запись – это один из генов определенного организма. Минимальный набор данных в гене запись включает уникальный идентификатор, т. н. *Gene-ID.*

БД dbMHC (*http://www.NCBI.nlm.nih.gov/gv/mhc/main.cgi?cmd=init*) предоставляет открытую платформу, где научное сообщество может размещать, просматривать и редактировать данные *Major Histocompatibility Complex* (MHC) для человека. БД dbMHC полностью интегрирована с другими ресурсами *NCBI,* а также с Международной рабочей группой гистосовместимости (IHWG).

DbSNP (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/SNP/) – БД одиночных нуклеотидных полиморфизмов, полиморфных повторяющихся элементов, включающая как гибридные данные, так и полученные только экспериментальным путем.

БД *Reference Sequence (RefSeq)* (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/RefSeq/), содержащая последовательности, в том числе геномных ДНК, белков и т. д., является основой для проведения функциональных исследований, генной идентификации, сравнительного анализа и т. п. В частности, релиз от 11.07.2012 включал в себя описания 16 393 342 белков и 17 605 организмов.

БД *Genomic Biology* представляет собой объединение нескольких ресурсов и инструментов геномной биологии, в том числе геномных карт для *Fruit fly, Human, Malaria parasite, Mouse, Rat, Retroviruses, Zebra fish* и т. д., которые дополнительно содержат ссылки на интернет-ресурсы и БД, касающиеся рассматриваемых видов.

В БД *UniGene* (*http://www.NCBI.nlm.nih.gov/unigene/*) полноразмерные mRNA последовательности организованы в уникальные кластеры, представляющие известные

или предполагаемые гены. Для кластеров доступна информация по картированию, экспрессии и другие ресурсы.

HomoloGene (http://www.NCBI.nlm.nih.gov/homologene) – инструмент для автоматизированного выявления гомологов среди аннотированных генов, который сравнивает нуклеотидные последовательности между парами организмов в целях выявления предполагаемых ортологов.

GenBank (http://www.NCBI.nlm.nih.gov/genbank/index.html) – БД, содержащая доступные последовательности нуклеотидов для более чем 260 000 организмов, вся информация в генетическом банке данных сопровождается библиографическими ссылками и биологическими аннотациями. *GenBank* автоматически интегрирует информацию о геноме и БД белковых последовательностей для изучения, учитывая таксономию, геном, белковую структуру и другую информацию.

Объединяющим фактором и при этом крайне удобным инструментом поиска в *NCBI* является поисковая *система Search NCBI databases* (*http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/gquery).* Она обеспечивает *одновременный доступ* как к нуклеотидным и белковым последовательностям (*GenBank, EMBL, DDBJ, PIR-International, PRF, Swiss-Prot и PDB, GenPept, RPF*), 3-мерным структурам и популяционным данным, так и к библиографическим БД (*PubMed, PubMed Central* и т. д.). Доступ к поисковой системе *Search NCBI databases* может быть легко получен с помощью прямого интернет-адреса (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/gquery/) либо посредством использования стартовой страницы *NCBI* (http://www.*NCBI*.nlm.nih.gov/). На этой странице приведен полный перечень инструментария и БД *NCBI* и существует возможность получить доступ к любой из перечисленных БД.

Перечень основных БД (в алфавитном порядке), входящих в *Search NCBI databases* и их краткое описание приведены в табл. 1

Таблица 1

№ п/п	Наименование БД	Краткое описание
1	BioSystems	Содержит информацию о взаимодействии биомолекул, участвующих в метаболизме болезненных состояний, а также других биологических процессов
2	Bookshelf	Содержит коллекцию полнотекстовых книг, которые можно найти в интернете и которые связаны с PubMed
3	Cancer Chromosomes	Содержит описания кариотипа, флуоресценции in situ, изображения гибридизации, клиническую информацию для клеточных линий раковых опухолей
4	Conserved Domains	БД изображений последовательностей белковых доменов и профилей
5	dbGaP	БД генотипов и фенотипов
6	dbVAR	БД геномных структурных изменений
7	Gene	БД генов, в том числе структур геномов, которые были полностью секвенированы
8	Genome	БД последовательностей и картографических данных из целых геномов для более 1000 видов и штаммов
9	Genome Project	Проект «Геном»
10	NCBI Web Site	БД статических страниц NCBI, содержащая документацию, инструменты, старые выпуски информационных бюллетеней, описания страниц ресурса, примеры кода и т. д.
11	NLM Catalog	Содержит содержание книг, журналов, аудио- и видеоматериалов, компьютерных программ, электронных

№ п/п	Наименование БД	Краткое описание
		ресурсов и другие материалы, хранящиеся в Национальной медицинской библиотеке (NLM)
12	Nucleotide	Нуклеотидная БД
13	OMIA (Online Mendelian Inheritance in Animals)	БД генов, унаследованных расстройств и черт различных видов животных (кроме человека и мышей)
14	OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man)	БД содержит обзор генов человека, генетических нарушений и других наследственных признаков
15	PopSet	БД, содержащая связанные нуклеотидные последовательности, которые исходят из сравнительных исследований: филогенетических, населения, окружающей среды (экосистем) и мутационных исследований
16	Protein	БД, содержащая аминокислотные последовательности
17	Protein Clusters	БД связанных последовательностей белков (кластеров)
18	PubMed	БД библиографических описаний/аннотаций
19	PubMed Central	БД полнотекстовых ресурсов, находящихся в открытом доступе
20	SNP (Single Nucleotide Polymorphism)	БД одиночных нуклеотидных полиморфизмов, микросателлитов и т. д.
21	Structure	БД экспериментальных данных из кристаллографического и ЯМР-резонансного определения структуры
22	Taxonomy	БД имен и филогенетических линий для более чем 160 000 организмов, имеющих молекулярные данные в БД NCBI

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое для реализации дисциплины материально-технического обеспечения включает в себя: учебные аудитории с выходом в Интернет, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции».

Аннотация к рабочей программе дисциплины
Биотехнология

Цели и задачи дисциплины
Целью изучения дисциплины является: сформировать систему знаний о физических принципах, механизмах и моделях функционирования биологических систем на молекулярном, клеточном и организменном уровнях
Задачей изучения дисциплины является подготовка аспиранта к решению следующих профессиональных задач:

- анализировать и критически оценивать достижения в области биотехнологии сложных систем, молекулярной биотехнологии и биотехнологии клеточных процессов;
- анализировать современное состояние, перспективные направления и тенденции развития современной биотехнологии;
- использовать теоретические знания механизмов функционирования биологических систем в процессах исследовательской деятельности

Структура дисциплины (распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий и самостоятельной работы):

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины	7 (72)	7 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1(36)	1(36)
занятия лекционного типа	1(36)	1(36)
Самостоятельная работа аспирантов:	1(36)	1(36)
изучение теоретического курса (ТО)	1(36)	1(36)
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

Основные разделы: Введение в дисциплину. Биотехнология сложных систем. Теоретическая биотехнология. Молекулярная биотехнология. Биотехнология клеточных процессов

Планируемые результаты обучения:
В результате изучения дисциплины аспирант способен:

- планировать и ставить задачи, разрабатывать методы экспериментального исследования физико-химических и биологических процессов в живых организмах и биотехнологических системах с использованием современного оборудования, информационных технологий, новейшего отечественного и зарубежного опыта;
- свободно пользоваться современными методами анализа, обработки и интерпретации комплексной биологической информации для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности.

Приобретает следующие знания, умения, навыки: знание содержания, форм методов и средств научно-исследовательской деятельности; владение методикой планирования научно-исследовательской деятельности; знание технологий решения типовых задач в различных областях практик.

Форма промежуточной аттестации: экзамен