

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 06 » марта 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Современные проблемы биотехнологии** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **магистратура** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **180 (5)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **19.04.01 Биотехнология** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Ресурсо- и энергосберегающие экобиотехнологии** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний в области научных и промышленных основ современной биотехнологии, усвоение методических основ технологии рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) и промышленных биотехнологий, использующих биологические системы, модифицированные методами геной инженерии.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Задачи дисциплины:

- изучение молекулярно-биологических основ технологий рекомбинантных ДНК и их возможностей для получения новых видов продукции;
- формирование умений выявлять и анализировать информацию, способную приводить к появлению и развитию новых направлений биотехнологии, диверсификации биотехнологической продукции;
- формирование навыков освоения технологий рекомбинантных ДНК как пути к профессиональному росту в области биотехнологии.

1.3. Входные требования

Дисциплина "Современные проблемы в биотехнологии" относится к базовой части профессионального цикла дисциплин направления 19.04.01 - Биотехнология, магистерской программы "Ресурсо- и энергосберегающие биотехнологии".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
| ОПК-5 | ИД-1ОПК-5 | Теоретические и молекулярные основы биотехнологии. Методологию селекции и молекулярного конструирования объектов биотехнологии (штаммов, культур) | Знает принципы обоснования, планирования и разработки инновационных биотехнологий, методы оценки экономической эффективности технологических процессов в области биотехнологии | Экзамен |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|---|--------------------|
| ОПК-5 | ИД-2ОПК-5 | Применять теоретические знания биохимических и молекулярно-биологических основ живых систем, методов и биохимических, микробиологических, генетических исследований, компьютерного анализа для планирования и проведения научного исследования. | Умеет использовать методы математического моделирования и возможности современной компьютерной техники при разработке инновационных биотехнологий, проводить разработку новых технологий с учетом их технико-экономического обоснования | Коллоквиум |
| ОПК-5 | ИД-3ОПК-5 | Навыками планирования и выполнения научно-исследовательской работы в области разработки новых биологических технологий, обработки и анализа результатов исследования, сравнения с данными научной литературы и формирования выводов. | Владеет навыками применения инновационных решений при совершенствовании существующих и разработке новых биотехнологий с учетом экономических, социальных и экологических ограничений | Контрольная работа |
| ОПК-6 | ИД-1ОПК-5 | Основы технологических процессов биотехнологических производств, основы разработки производственных процессов и патентования в области биотехнологии. | Знает основы экономики и управления производством, нормативно-правовые акты, регламентирующие биотехнологическое производство, имеет представление о документообороте организации; особенности патентования объектов биотехнологии | Экзамен |
| ОПК-6 | ИД-2ОПК-6 | Анализировать научную и патентную литературу в области биологических знаний и биотехнологий, составлять описания проводимых исследований и биологических процессов, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации, . | Умеет составлять описания проводимых исследований, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации, разрабатывать технологические регламенты и аппаратурно-технологические схемы биотехнологического производства, принимать участие в установлении | Коллоквиум |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------|
| | | | требований к документообороту организации, проводить патентные исследования применительно к объектам биотехнологии; | |
| ОПК-6 | ИД-3ОПК-6 | Навыками разработки технологической документации, биотехнологического производства, составления заявок и отчетов, написания статей. | Владеет навыками разработки технологической документации и правовых документов для защиты объектов интеллектуальной собственности в области биотехнологии. | Контрольная работа |
| ПКО-2 | ИД-1ПК-02 | Знает основы ресурсосберегающих и природоохранных биотехнологий, особенности технологических процессов в организации отраслей промышленности (химической, перерабатывающей, металлургической, пищевой, текстильной и др.) и сельского хозяйства, для которых разрабатываются технологии утилизации отходов, подготовки и использования возобновляемого сырья, получения энергоносителей и рационального использования энергии с применением живых и биогенных систем. | Знает экологическое законодательство Российской Федерации; нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, основы природоохранных биотехнологий, особенности технологических процессов в организации перерабатывающей отрасли, для которой разрабатывается модифицированная технология утилизации отходов, современные тенденции использования возобновляемого сырья в химической технологии, методы получения энергоносителей и тепловой энергии из отходов биомассы, пути замены упаковочных материалов биоразлагаемыми полимерами; | Экзамен |
| ПКО-2 | ИД-2ПК-02 | Умеет разрабатывать новые биологические технологии переработки органических отходов, получения энергии из отходов, биоразлагаемых | Умеет разрабатывать новые технологии переработки органических отходов, повышать долю в продукции химической промышленности | Коллоквиум |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|--------------------|
| | | материалов для производства материалов и изделий с ограниченным сроком службы, разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства. | биоразлагаемых материалов, составлять технико-экономические обоснования для внедрения новых технологий, разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства; | |
| ПКО-2 | ИД-3ПК-02 | Владеет навыками формирования предложений по глубокой переработке, модификации технологического процесса переработки отходов. | Владеет навыками формирования предложений по глубокой переработке, модификации технологического процесса переработки отходов и разработки проектов замкнутых производственных циклов в перерабатывающих организациях | Контрольная работа |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 1 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54 | 54 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 18 | 18 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 32 | 32 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 90 | 90 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | 36 | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 | 180 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1-й семестр | | | | |
| Раздел 1. Молекулярная биотехнология | 3 | 0 | 6 | 10 |
| <p>Общая классификация технологий. Определение биотехнологии, ее особенности по сравнению другими технологиями. Краткая историческая справка о возникновении и развитии биотехнологии. Современный этап развития биотехнологии.</p> <p>Основные понятия: генная инженерия, технология рекомбинантных ДНК, молекулярная биология.</p> <p>Тема 1. Современная молекулярная биотехнология, ее научные основы, содержание и области применения. История развития биотехнологии. Перспективы совершенствования существующих технологий живых систем и создание современной биотехнологии (биологическая деятельность микроорганизмов, изолированных клеток или их компонентов).</p> <p>Тема 2. Основные направления биотехнологии. Объекты биотехнологии. Биологические системы, используемые в современной биотехнологии</p> <p>Основные направления биотехнологии. Промышленная, сельскохозяйственная, пищевая, экологическая, фармацевтическая, медицинская биотехнология, биотехнология источников энергии, биогеотехнология, бионано и нанобиотехнология и др. Объекты биотехнологии Основные биологические системы, используемые в биотехнологии - микроорганизмы, клеточные линии насекомых, растений и млекопитающих, вирусы и бактериофаги, многоклеточные организмы, молекулярные системы. Примеры: бактерии <i>Escherichia coli</i>, одноклеточные дрожжи <i>Sacharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>Прокариоты и эукариоты. Структура и деление клеток. Клеточные мембраны. Генетический материал клетки. Ядро. Энергетическая система клетки. Митохондрии. Рибосомы. Аппарат Гольджи. Транспорт веществ и удаление отходов. Деление клеток – митоз. Культивирование клеток.</p> | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Раздел 2. Научные основы конструирования новых объектов биотехнологии | 4 | 0 | 6 | 6 |
| <p>Тема 3. Генетическая информация, организация геномов Генетическая информация и синтез белков, ДНК, РНК. Структура ДНК. Организация геномов бактерий, архей, эукариот. Топология и укладка ДНК. Роль суперспирализации в матричных процессах. Топоизомеразы. Укладка ДНК у эукариот. Нуклеосомы. Высшие уровни укладки. Репликация ДНК. Кодирование белков. Транскрипция и трансляция.</p> <p>Тема 4. Экспрессия генетической информации и регуляция метаболизма Регуляция на уровне экспрессии генов. транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот. Сплайсинг. Трансляция. Регуляция синтеза белка. Регуляция активности белков. Ретроингибирование и аллостерические ферменты. Ковалентная модификация. Доступность кофакторов. Концентрационные явления.</p> | | | | |
| Раздел 3. Научные основы конструирования новых объектов биотехнологии | 4 | 0 | 8 | 18 |
| <p>Тема 5. Методы генетического конструирования <i>in vivo</i>. Общие положения и терминология. Мутации. Мутагенные факторы и их специфика. Мутагенез в селекции. Плазмиды. Конъюгация. Мобильные генетические элементы. Транспозоны, IS-элементы, фаги-транспозоны. Бактериофаги, вирусы и трансдукция. Генетическая трансформация.</p> <p>Тема 6. Методы генетического конструирования <i>in vitro</i>. Генная и белковая инженерия. Технологии рекомбинантных ДНК, основанные на переносе генетического материала из одного организма в другой. Рестрицирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы. Создание и скрининг библиотек. Клонирование структурных генов эукариот. Генетическая трансформация прокариот. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов. Получение больших количеств белковых продуктов. Химерные белки. Включение белков в поверхностные структуры. Однонаправленное тандемное расположение генов. Трансляционные экспрессирующие векторы. Полимеразная цепная реакция. Олигонуклеотид-направленный мутагенез. Методы ПЦР-рекомбинации. Секвенирование по Сэнгеру.</p> | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| <p>Высокопроизводительное секвенирование нового поколения. Синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК</p> <p>Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов. Синтез коротких генов. Сборка генов из модулей. Сборка генов из двухцепочечных фрагментов.</p> <p>Тема 7. Генетическое конструирование в эукариотических системах.</p> <p>Необходимость замены прокариот эукариотами при синтезе стабильных и биологически активных белков. Посттрансляционные изменения белков в клетках эукариот – эукариотические экспрессирующие векторы. Системы экспрессии <i>Saccharomyces cerevisiae</i>. Секреция гетерологичных белков, синтезируемых <i>S. cerevisiae</i>. Применение других дрожжевых систем экспрессии.</p> | | | | |
| Раздел 4 Промышленное применение современных биотехнологий | 4 | 0 | 7 | 18 |
| <p>Тема 8. Ферментные технологии. Биокаталитический синтез, биотрансформация и биodeградация химических соединений.</p> <p>Биокатализ. Классификация ферментов. Ферментные технологии. Биосенсоры. Ферменты в молекулярной диагностике и химическом анализе.</p> <p>Иммуноферментный анализ. Ферменты для производства моющих средств. Биокаталитический синтез мономеров для полимерной химии.</p> <p>Биокатализ в пищевой и перерабатывающей промышленности. Биотехнология переработки бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов. Роль ферментов в процессах биodeградации. Факторы, влияющие на процессы биodeградации. Технологии биodeградации, основанные на использовании рекомбинантных штаммов.</p> <p>Иммобилизация ферментов и клеток. Гетерогенный биокатализ. Гетерогенные системы в экологической биотехнологии.</p> <p>Тема 9. Микробиологическое производство метаболитов и биополимеров. Промышленный синтез белков и лекарственных средств.</p> <p>Обеспечение условий оптимального роста рекомбинантного микроорганизма с целью получения продукта с наибольшим выходом. Рост микроорганизмов. Обобщенная схема процесса промышленной ферментации. Периодическая культура. Непрерывная культура. Повышение эффективности ферментации. Типичные</p> | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| крупномасштабные системы ферментации. Сбор клеток. Разрушение клеток. Дальнейшая обработка. Солюбилизация белков. Производство первичных и вторичных метаболитов. Биотехнология процессов брожения. Производство карбоновых кислот, спиртов, кетонов, углеводов, аминокислот, витаминов, других метаболитов. Производство антибиотиков. Производство ферментов. Производство белковых препаратов. Производство полисахаридов. | | | | |
| Раздел 5 Перспективные направления развития биотехнологии и диверсификация биотехнологических производств | 3 | 0 | 5 | 38 |
| Тема 10. Биотехнология топлива и энергии. Виды биомассы. Энергетическая ценность различных видов биомассы. Методы переработки биомассы. Особенности технологии переработки лигноцеллюлозных типов биомассы. Производство биоэтанола, биодизеля, биогаза, биоводорода. Производства бутанола и других энергоносителей в анаэробных условиях. Переход на использование возобновляемых источников сырья и энергии. Диверсификация продуктов переработки биомассы – основной путь расширения возможностей замены ископаемых видов сырья и топлива возобновляемыми. Возможности производства из различных видов биомассы новых видов топлив (твердых, жидких, газообразных), химикалиев, пластмасс, прямого преобразования химической энергии биомассы в электрическую. Тема 11. Клеточные технологии. Медицинская и фармацевтическая биотехнология. Технологии клеточных культур растений и животных. Клонирование эукариот. Микроманипуляции. Производство моноклональных антител. Клеточные технологии в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве. Особые свойства стволовых клеток, определяющие их использование в современной медицине. Эмбриональные и взрослые стволовые клетки, их плюрипотентные возможности. Создание линий эмбриональных стволовых клеток. Биотехнологии создания различных типов тканей с использованием стволовых клеток. Проблемы антигенности при использовании стволовых клеток. Перенос ядер соматических клеток. Перспективы использования и правовые вопросы, связанные с проблемой стволовых клеток. Интерфероны человека, полученные методом геной инженерии. Гормон роста человека, полученный методом геной инженерии. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Ферменты. Вакцины. Антибиотики. Лекарственные средства против ВИЧ. Тема 12. Бионано- и нанобиотехнология. Биоэлектроника. Биоптоника. Бионанотехнология и нанобиотехнология. Применение неорганических и полимерных наночастиц и наноструктур в биотехнологии. Наносистемы из биомолекул. Самосборка наносистем. Моделирование биосистем. Биоэлектроника. Современные биочипы. Наноматрицы. Нанометрическая диагностика. Биоптоника. Лазерные технологии в биотехнологии. Биоптоника в сельскохозяйственной и медицинской практике. Современные флуоресцентные методы в молекулярных исследованиях. | | | | |
| ИТОГО по 1-му семестру | 18 | 0 | 32 | 90 |
| ИТОГО по дисциплине | 18 | 0 | 32 | 90 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Анализ и оценка возможностей современной научной и экспериментальной базы молекулярной биотехнологии |
| 2 | Приобретение навыков получения знания в области современных проблем биотехнологии на примере важных для биотехнологии биологических систем |
| 3 | Освоение современных представлений о способах хранения и передачи информации в клетке |
| 4 | Освоение технологий рекомбинантных ДНК как пути к профессиональному росту в области биотехнологии |
| 5 | Приобретение навыков оценки возможностей методов синтеза генов |
| 6 | Развитие умений находить пути оптимизации экспрессии генов |
| 7 | Освоение представлений о рекомбинантных белках и необходимости их получения |
| 8 | Накопление навыков выявления биотехнологических разработок как объектов защиты интеллектуальной собственности |
| 9 | Анализ возможностей передачи биотехнологических разработок в другие отрасли хозяйственной деятельности и целесообразности их кадрового сопровождения с привлечением специалистов биотехнологов |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Клунова С. М. Биотехнология : учебник для вузов / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е.А. Живухина. - Москва: Академия, 2010. | 4 |
| 2 | Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учебник для вузов / А. И. Нетрусов. - Москва: Академия, 2015. | 5 |
| 3 | Чхенкели В. А. Биотехнология : учебное пособие / В. А. Чхенкели. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2014. | 4 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Биотехнология: теория и практика : учебник для вузов / Н. В. Загоскина [и др.]. - Москва: Оникс, 2009. | 33 |

| | | |
|---|--|-----|
| 2 | Виноградова А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. | 49 |
| 3 | Вольхин В. В. Общая химия. Избранные главы : учебное пособие для вузов / В. В. Вольхин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2002. | 158 |
| 4 | Глик Б. Молекулярная биотехнология : принципы и применение : пер. с англ. / Б. Глик, Д. Пастернак. - Москва: Мир, 2002. | 35 |
| 5 | Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для вузов/ Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина : учеб. пособие для вузов / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. - Москва: Academia, 2005. | 13 |
| 6 | Квеситадзе Г. И. Введение в биотехнологию / Г. И. Квеситадзе, А. М. Безбородов. - Москва: Наука, 2002. | 5 |
| 7 | Сазыкин Ю.О. Биотехнология : учебное пособие для вузов / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева. - М.: Академия, 2006. | 10 |
| 8 | Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. / Р. Шмид, - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. | 19 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Реферативный журнал. 04Р1. Биотехнология. Бионанотехнологии. Бионаноматериалы : электронный ресурс / Российская академия наук ; Всероссийский институт научной и технической информации. - Москва: ВИНТИ, 2008 - . | 1 |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|------------------------------------|---|---|
| Дополнительная литература | Современные проблемы биотехнологии | http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1323/u_manual.pdf | сеть Интернет; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|----------------------|---|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|--|
| База данных Elsevier "Freedom Collection" | https://www.elsevier.com/ |
| База данных Scopus | https://www.scopus.com/ |
| База данных Springer Nature e-books | http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/ |
| База данных Web of Science | http://www.webofscience.com/ |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | https://техэксперт.сайт/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic | 1 |
| Практическое занятие | Компьютерный класс. Персональные компьютеры "Декада" | 5 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|