

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»  
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета наук о материалах,



А.В. Лукашин/

«20» января 2026 г.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ

*Укрупненная группа научных специальностей*

### *1.5. Биологические науки*

Перечень образовательных программ, на который осуществляется прием по данной программе:

*109-01-00-156-хн*

Москва 2026

## **1. Краткое описание программы.**

Программа вступительного испытания разработана в соответствии с требованиями действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) 04.04.01 Химия, 04.04.02 Химия, физика и механика материалов и 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Программа вступительного испытания разработана для проведения конкурсного отбора абитуриентов, в рамках укрупненной группы научных специальностей: 1.5. Биологические науки на факультете наук о материалах, планирующих обучение по следующей программе высшего образования- программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре: 109-01-00-156-хн.

Вступительное испытание в аспирантуру включает в себя три последовательных этапа. Проведение этапов может быть организовано как в течение одного дня, так и распределено на несколько дней — в соответствии с утверждённым расписанием.

Срок проведения вступительного испытания определяется правилами приема в аспирантуру.

В программе описаны формы проведения каждого этапа, их содержательное наполнение, список рекомендуемой литературы, а также методика оценивания результатов.

## **2. Критерии успешности прохождения этапов и вступительного испытания в целом.**

За вступительное испытание в сумме может быть набрано 25 баллов, из них:

- за первый этап 10 баллов;
- за второй этап 10 баллов;
- за третий этап 5 баллов.

Прохождение вступительного испытания считается успешным, если абитуриент набрал в сумме не менее 16 баллов.

Прохождение каждого этапа считается успешным, если абитуриент набрал не менее:

- 6 баллов на первом этапе;
- 7 баллов на втором этапе;
- 3 баллов на третьем этапе

Для абитуриентов, участвовавших в конкурсе научного портфолио, действует следующее правило: победитель конкурса получает максимальный балл за вступительное испытание в целом (все три этапа); призёр конкурса получает максимальный балл за первый этап испытания, затем его ответ на 2-м этапе оценивается по обычным критериям в рамках общей шкалы; в случае успешного прохождения 2 этапа испытания, за 3 этап абитуриент также получает максимальный балл.

**3. Место проведения вступительного испытания:** Москва, улица Ленинские горы д.1, стр. 3, д.1, стр. 40, д. 1, стр.10, д.1, стр. 11Б, д.1, стр. 73, д.1, стр. 52.

## **4. Форма проведения и содержание этапов вступительного испытания.**

**Этап 1. Оценка компетенций в области научного письма и систематизации материала для диссертационных и публикационных работ:** реферат по теме научной работы в аспирантуре (с приложением текста реферата и отзыва на реферат с оценкой предполагаемого научного руководителя).

Форма проведения: первичное экспертное оценивание реферата проводится экзаменационной комиссией без участия абитуриента, на основании документов (реферата и отзыва предполагаемого научного руководителя), предоставленных в момент подачи документов.

Во время очной части этапа члены комиссии могут задать устные вопросы по теме реферата для оценивания компетенций абитуриента в области научного письма и систематизации материала для диссертационных и публикационных работ.

Содержание этапа: реферат позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть и список используемой литературы (от 5 до 10 наиболее значимых источников). Содержательная часть реферата включает следующие разделы:

- краткий анализ известных в настоящее время фактов в области исследования (не более 1500 слов);
- цель и задачи (не более 250 слов);
- методы, которые предполагается использовать при выполнении диссертации и их применимость к поставленным задачам (не более 500 слов);
- ожидаемая новизна (не более 150 слов);
- актуальность и практическая/теоретическая значимость (не более 200 слов);
- соответствие паспорту специальности (не более 150 слов).

К реферату прилагается отзыв предполагаемого руководителя. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, которая может быть принята или изменена экзаменационной комиссией, в том числе в случае обнаружения использования искусственного интеллекта или оригинальности менее 75% по результатам проверки в системе «Антиплагиат. ВУЗ».

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**Этап 2. Оценка уровня знаний по научной специальности, по которой предполагается подготовить диссертацию:** Ответ на два теоретических вопроса по выбранной специальности.

Форма проведения: этап проводится очно, в устной форме, по экзаменационным билетам, и состоит из 2-х вопросов.

Абитуриенту предлагается два вопроса, отобранных из широкого круга тем, охватывающих фундаментальные положения и современные проблемы выбранной научной области.

Содержание этапа: данный этап предполагает проверку знаний по ключевым аспектам выбранной научной области. Примерные темы определяются программой аспирантуры, на которую поступающий сдает вступительный экзамен (Приложение 2).

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**Этап 3. Оценка уровня готовности к академической и научной коммуникации на иностранном языке (английский)**

Форма проведения: очно, в устной и письменной формах.

Содержание этапа:

1. Письменный перевод со словарем оригинального научного текста по специальности с английского языка на русский. Использование электронных словарей не допускается. Объем текста 1500 печатных знаков, время выполнения – 30 минут.

2. Устное изложение содержания научно-популярного текста без словаря на английском языке. Объем текста 1500 печатных знаков, время на подготовку 5 – 7 минут.

3. Устная беседа с экзаменатором на английском языке по теме научной деятельности. Время выполнения – не более 5 минут. Экзаменатор задает вопросы и выслушивает ответы поступающего.

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**Фонд оценочных средств**

**Шкала оценивания этапа 1.**

Реферат по теме научной работы в аспирантуре должен соответствовать следующим критериям.

1. Цель и задачи научной работы сформулированы четко;
2. Поставленные задачи научной работы соответствуют цели, поступающий может четко сформулировать их взаимосвязь;
3. Проведен анализ наиболее значимых известных в настоящее время фактов по теме научной работы, поступающий свободно владеет фактами в предполагаемой области научной работы в аспирантуре;
4. Анализ известных в настоящее время фактов соответствует цели и задачам научной работы, позволяет судить о новизне, актуальности и практической/теоретической значимости научной работы в аспирантуре, поступающий может четко сформулировать их взаимосвязь;
5. Методы, которые предполагается использовать при выполнении научной работы в аспирантуре, согласуются с целью и задачами, поступающий ориентируется в методах в предполагаемой области научной работы в аспирантуре;
6. Четко сформулирована новизна научной работы в аспирантуре;
7. Четко сформулирована актуальность научной работы в аспирантуре;
8. Четко сформулирована практическая/теоретическая значимость научной работы в аспирантуре;
9. Четко сформулировано соответствие тематики научной работы в аспирантуре паспорту выбранной поступающим специальности;
10. Все указанные в реферате источники релевантны.

Экзаменационная комиссия проводит экспертную оценку реферата, которая зависит от того, насколько реферат соответствует указанным выше критериям.

	0	Нет реферата, текст сгенерирован с использованием искусственного интеллекта, процент оригинальности после проверки в системе «Антиплагиат. ВУЗ» ниже 75%.
Минимальный уровень	1	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 1 из 10 критериев.
	2	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 2 из 10 критериев.
Низкий уровень	3	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 3 из 10 критериев.
	4	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 4 из 10 критериев.
Средний уровень	5	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 5 из 10 критериев.
	6	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 6 из 10 критериев.

Достаточный уровень	7	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 7 из 10 критериев.
	8	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 8 из 10 критериев.
Высокий уровень	9	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует 9 из 10 критериев.
	10	Реферат по теме научной работы в аспирантуре соответствует всем 10 критериям.

### Шкала оценивания этапа 2

	0	Нет ответа ни на один из теоретических вопросов.
Минимальный уровень знаний	1	Отсутствует ответ на один из двух заданных теоретических вопросов, фрагментарный ответ на второй теоретический вопрос, неспособность к анализу и сопоставлению сведений из различных разделов программы.
	2	Фрагментарные ответы на два заданных теоретических вопросов, или отсутствие ответа на один из двух теоретических вопросов и неполный ответ на второй теоретический вопрос, неспособность к анализу и сопоставлению сведений из различных разделов программы.
Низкий уровень знаний	3	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, фрагментарный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
	4	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, неполный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
Средний уровень знаний	5	Неполные ответы на заданные теоретические вопросы, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
	6	Неполный ответ на один из заданных теоретических вопросов, полный ответ на второй вопрос, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
Достаточный уровень знаний	7	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
	8	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов программы.
Высокий уровень знаний	9	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, имеются недочеты при сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.
	10	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов программы.

### Шкала оценивания этапа 3

	0	Отказ от ответа.
<p>Низкий уровень знаний</p> <p>Неудовлетворительно</p>	1	<p>1. Текст по специальности переведен не полностью и/или с искажениями смысла, не все термины переведены правильно, неправильно переведены грамматические конструкции, перевод не всегда соответствует лексико-стилистическим и грамматическим нормам научного текста. В переводе более четырех неточностей и/или более трех искажений смысла.</p> <p>2. Текст понят не полностью. Не выделены основные положения текста. Лексические и грамматические ошибки не позволяют понять смысл высказывания.</p> <p>3. Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной форме. Непонимание вопросов экзаменаторов, неумение дать развернутый ответ. Речь с большим количеством лексических и грамматических ошибок, искажающих смысл высказывания.</p>
	2	<p>1. Текст по специальности переведен не полностью и/или с искажениями смысла, не все термины переведены правильно, неправильно переведены грамматические конструкции, перевод не всегда соответствует лексико-стилистическим и грамматическим нормам научного текста. В переводе более четырех неточностей и/или более трех искажений смысла.</p> <p>2. Текст понят не полностью. Не выделены основные положения текста. Лексические и грамматические ошибки не позволяют понять смысл высказывания.</p> <p>3. Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной форме. Непонимание вопросов экзаменаторов, неумение дать развернутый ответ. Речь с большим количеством лексических и грамматических ошибок, искажающих смысл высказывания.</p>

<p>Средний уровень знаний</p> <p>Удовлетворительно</p>	<p>3</p>	<p>1. Текст по специальности переведен не полностью и/или с искажениями смысла, не все термины переведены правильно, плохо подобраны эквиваленты слов, не все грамматические конструкции переведены правильно, перевод не всегда соответствует лексико-стилистическим и грамматическим нормам научного текста. Допускаются 3-4 лексические неточности или неточности перевода грамматических конструкций и /или два-три искажения смысла.</p> <p>2. Текст понят не полностью. Выделены не все основные положения текста. Лексические и грамматические ошибки искажают смысл высказывания.</p> <p>3. Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной форме. Неполное понимание вопросов экзаменаторов, неумение дать развёрнутый ответ. Речь с большим количеством лексических и грамматических ошибок, искажающих смысл высказывания.</p>
<p>Достаточный уровень знаний</p> <p>Хорошо</p>	<p>4</p>	<p>1. Текст по специальности переведен полностью, перевод сделан без искажений смысла, термины переведены правильно, в основном найдены правильные эквиваленты слов, грамматические конструкции переведены правильно, перевод соответствует лексико-стилистическим и грамматическим нормам научного текста. Текст соответствует норме перевода. Допускаются две-три лексические неточности или неточности перевода грамматических конструкций.</p> <p>2. Текст понят правильно. Выделены все основные положения текста. Речь беглая, но встречаются лексические и грамматические ошибки, не искажающие смысл высказывания.</p> <p>3. Успешное следование нормам, принятым в научном общении, знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной форме. Адекватное понимание вопросов экзаменатора и развёрнутые ответы на них. Речь беглая, с небольшим количеством лексических и грамматических ошибок, не искажающих смысл высказывания.</p>

<p>Высокий уровень знаний</p> <p>Отлично</p>	<p>5</p>	<p>1. Текст по специальности переведен полностью, перевод сделан без искажений смысла, термины переведены правильно, найдены правильные эквиваленты слов, грамматические конструкции переведены без ошибок, перевод соответствует лексико-стилистическим и грамматическим нормам научного текста. Текст соответствует норме перевода. Допускается одна лексическая или грамматическая неточность.</p> <p>2. Текст понят правильно. Выделены все основные положения текста. Речь беглая, без лексических и грамматических ошибок.</p> <p>3. Успешное следование нормам, принятым в научном общении, знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной форме. Адекватное понимание вопросов экзаменатора и развёрнутые ответы на них. Речь беглая, без лексических и грамматических ошибок.</p>
--	----------	---

### ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

**Этап 1.** Реферат по теме научной работы в аспирантуре. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с оценкой предполагаемого научного руководителя).

**Этап 2.** Ответ на два теоретических вопроса. Ответ на два теоретических вопроса из выбранной поступающим специальности. Примеры вопросов приведены в Приложении 2.

**Этап 3.** Оценка уровня готовности к научной коммуникации на иностранном языке (английский)

#### 1. Письменный перевод со словарем оригинального научного текста.

##### **Mild and Hard Anodization: Two Growth Regimes<sup>1</sup>**

For a long time, the default approach to the anodization of aluminum for the purpose of nanotechnology and research was the one performed under the moderate and constant potential—individually adjusted to each electrolyte—between the electrodes; under which the current flow is determined by reactions' equilibrium. Due to the constant potential and the low current flow (that is typically below  $30 \text{ mA cm}^{-2}$ ) such a process is called potentiostatic mild anodization (MA). MA conditions result in a predictable course of the process and the stable growth rate of  $1\text{--}3 \text{ }\mu\text{m h}^{-1}$ . However, several restrains of the process encouraged the exploration for a more practical, fast approach. What is more, self-ordering of NAA have narrow windows and discovery of new ordering regimes became the quest on its own. The alternative approach commonly utilized in industry was left out of the scope in research field due to several restrains. Major characteristic of the process was

<sup>1</sup> Jakub T. Domagalski, Elisabet Xifre-Perez and Lluís F. Marsal Recent Advances in Nanoporous Anodic Alumina: Principles, Engineering, and Applications <https://doi.org/10.3390/nano1102430>

a massive—as compared to the foremost—amount of the energy flow through the sample that is reflected in the widely used name: Hard anodization (HA). A basic constraint that limits access to certain benefits of the process is the amount of heat generated during formation of the alumina, related with the Joule's effect. Reaching the critical point may result in the electric breakdown that can lead to the destruction of the sample [107]. The discovery of Lee and co-workers renewed the attention to HA [24]. Principle of the discovery was based on the formation of a thin—400 nm—layer of porous alumina prior to the introduction of the high potential. This 'scaffold' prevented the breakdown enabling the uniform NAA growth.

## **2. Устное изложение содержания научно-популярного текста без словаря на английском языке.**

### **How to recycle nonrecyclable plastics**

More than 35.4 million tons of plastic are produced each year in the United States. Plastics can take hundreds of years to degrade, or break down chemically. Some plastic wastes end up in the oceans, streams and other waterways. There they break apart into small particles, called microplastics. And those plastic bits can accumulate in animals.

A few types of plastics can be melted and reformed into new items. Many drink bottles can be recycled in this way. Their molecules are basically long chains of repeating groups of atoms. However there's no way to recycle thermoset plastics. These plastics can't just be melted.

About 10 years ago, researchers in France developed plastics with releasable crosslinks. They're known as vitrimers. Think of a folk dance where people change partners. Here, groups of atoms say goodbye to their partners as their crosslinks break apart. Then the groups pair up to crosslink with new partners.

Now scientists have developed a process to convert thermoset plastics into vitrimers. Plastics made this way can be recycled again and again. The researchers combined bits of thermoset plastic with a small amount of a zinc-based compound. They added the mix to a ball mill. The ball mill's mechanical energy turns the plastic into a fine powder. The process also creates radicals. In the mix, the radicals react with other molecules to convert crosslinked chemical bonds into the non-permanent types found in vitrimers. This powder can now be pressed into a mold to form a new shape. Later, the new plastic can be heated and molded again, without adding more of the zinc-containing material. In that way these plastics can be reprocessed over and over.

## **3. Устная беседа с экзаменатором на английском языке по теме научной деятельности.**

### **Примерные варианты тем для беседы**

1. What are you working on now?
2. What inspired you to become a researcher?
3. What are you most looking forward in your research on chemistry?
4. What is the most rewarding aspect of your scientific work?

5. How can you conduct a scientific research project effectively?
6. Have you ever had a “eureka” moment?
7. Which scientist, current or historical, do you most admire and why?
8. What role does materials science play in our lives?
9. Do you agree that the most interesting developments in chemistry occur at the interfaces with different disciplines?
10. What has changed most in materials science in the past five years?
11. What trends in materials science are you most pleased about?

**Примерные темы теоретических вопросов для вступительного испытания по  
программе  
Биотехнология (109-01-00-156-хи)**

- I. Химическая термодинамика и кинетика. Ферментативная кинетика
1. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, тепло, работа, теплоемкость. Первый закон в химии. Энтальпии реакций, энтальпии образования. Закон Гесса и закон Кирхгоффа
  2. Второй закон термодинамики. Энтропия.
  3. Третий закон термодинамики. Формулировка Планка.
  4. Основные понятия феноменологической кинетики: простые и сложные реакции, молекулярность и скорость реакции. Кинетический закон действия масс, константа скорости.
  5. Способы определения скорости реакции. Кинетические уравнения для простых реакций. Порядок реакции способ его определения.
  6. Сложные химические реакции. Квазистационарное приближение, метод Боденштейна. Кинетические уравнения для обратимых, последовательных и параллельных реакций. Цепные реакции.
  7. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса, энергия активации, способы ее определения.
  8. Механизм кислотно-основного гомогенного катализа. Влияние растворителя. Кинетика гомогенно-каталитических реакций. Роль процессов переноса.
  9. Кинетика двухстадийных ферментативных реакций. Метод стационарных концентраций. Реакции в квазиравновесном режиме.
  10. Ингибирование ферментативных реакций. Типы ингибирования. Методы обработки экспериментальных данных.
  11. Активация двухстадийной ферментативной реакции. Анализ кинетических данных.
  12. Субстратное ингибирование (полное и неполное) ферментативных реакций.
  13. Стационарная кинетика трехстадийных ферментативных реакций. Основные методы определения констант скоростей промежуточных реакций
  14. Интегральные формы уравнений ферментативной кинетики. Основные методы обработки полной кинетической кривой.
  15. Ингибирование фермента продуктом реакции.
  16. pH-Зависимость двухстадийной реакции. Ионизация фермента или субстрата.
  17. Определение концентрации активных центров фермента из кинетических данных.
  18. Влияние температуры на кинетику ферментативных реакций. Энтальпия и энтропия активации.
  19. Нахождение значений  $pK_a$  по кривым зависимостей ферментативных реакций. Анализ несимметричных колоколообразных кривых pH- зависимости.
  20. Методы определения кинетических параметров ферментативной реакции с использованием полной кинетической кривой. Инактивация фермента в ходе реакции, влияние субстрата на скорость инактивации субстрата.
- II. Принципы ферментативного катализа
1. Белки как биокатализаторы. Сравнение ферментов с органическими катализаторами

гомогенного типа (эффективность действия, специфичность и стереоспецифичность, регуляторные свойства ферментов).

2. Аминокислоты, их кислотно-основные свойства, полярность, гидрофобность и гидрофильность (параметр Ганша).
3. Свободная энергия сорбции субстрата на ферменте как источник ускорения химической реакции. Профили “свободная энергия – координата реакции”.
4. Сравнение скорости и свободной энергии ферментативной и неферментативной реакции
5. Модель “ключ-замок”. Специфическое, продуктивное и непродуктивное связывание субстрата и фермента. Механизм сближения и ориентации в ферментативном катализе. Теория напряжения (или деформации) и индуцированного соответствия (Кошланд).
6. Химические механизмы ферментативных реакций. Стабилизация переходного состояния общим кислотно-основным катализом. Примеры кислотно-основного катализа различными функциональными группами в белках (карбоксильная группа, аминогруппа, амидная группа, имидазол, гидроксильная группа).
7. Промежуточные ковалентные соединения в ферментативном катализе. Эффекты микросреды активного центра. Влияние растворителя на реакции нуклеофильного замещения. Внутренняя реакционная способность функциональных групп в белках.
8. Роль ионов металлов в ферментативном катализе.

### III. Инженерная энзимология

1. Биотехнология: предмет и задачи. Классическая (традиционная) и "современная" (генноинженерная) биотехнология.
2. Задачи и возможности инженерной энзимологии.
3. Примеры практического использования ферментов для целей тонкого органического синтеза (получение аминокислот, пептидов, антибиотиков, стероидов и других биологически-активных веществ).
4. Пути регуляции положения равновесия в ферментативных реакциях - контроль. Выхода целевого продукта.
5. Пути получения стабильных и технологичных катализаторов на основе ферментов и их препаратов.
6. Принципы стабилизации ферментов в неводных средах.
7. Принцип пространственного разделение фермента и органического растворителя и возможности его практической реализации.
8. Примеры используемых на практике систем, их достоинства и недостатки. Мицеллярные системы, способы включения ферментов в системы обращенных мицелл. Типы и структуры фермент-содержащих мицелл.
9. Регуляция каталитической активности ферментов в мицеллярных системах варьированием степени гидратации и концентрации ПАВ. Случаи простых и сложных ферментов.
10. Использование мицеллярных систем с солюбилизированными белками (ферментами) для целей тонкого органического синтеза, химического (биохимического, иммуноферментного) анализа и медицины (терапии).
11. Обращенные мицеллы как нанореакторы контролируемой формы и размеров: возможности молекулярной и супрамолекулярной белковой инженерии.

12. Обращенные мицеллы как инструмент получения ферментных препаратов с заданными характеристиками.
13. Иммобилизация ферментов. Общие характеристики иммобилизованных ферментов. Преимущества иммобилизованных препаратов биокатализаторов. Области применения.
14. Носители для иммобилизации ферментов. Классификация. Приемы активации носителей. Носители, применяемые в медицине.
15. Типы иммобилизации. Физическая иммобилизация. Сравнительный анализ типов физической иммобилизации.
16. Химическая иммобилизация. Химические реакции, приводящие к созданию связей белок-носитель. Ковалентная модификация ферментов. Основные реакции модификации аминокрупп, карбоксильных групп и тио- групп фермента. Области применения химически иммобилизованных белков (ферментов).
17. Структура и стабильность ферментов. Молекулярные причины инактивации ферментов. Механизмы стабилизация ферментов при иммобилизации.

#### IV. Микробиология.

1. Клеточная и субклеточная организация прокариот.
2. Особенности работы с чистыми культурами: стерильность, организация микробиологической лаборатории, обеспечение бактериологической безопасности.
3. Рост и питание микроорганизмов.
4. Строение и функции клеточной стенки. Грамположительные и грамотрицательные бактерии.
5. Многообразие метаболических путей. Разнообразие и систематика.
6. Прокариоты в промышленных технологиях, медицине и биосфере.

#### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

##### **ОСНОВНАЯ**

1. Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера. Т. 1,2,3. — М. : Лаборатория знаний, 2017.
2. Биотехнология под редакцией Н.С. Егорова и В.Д. Самуилова, том 1, 7 и 8. Москва, «Высшая школа» 1987
3. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология, М.: Академия, 2005
4. Корниш –Боуден Э. Основы ферментативной кинетики. Пер. с англ. / М.: Мир, 1979.
5. И.В. Березин, К. Мартинек. Основы физической химии ферментативного катализа. Москва, «Высшая школа» 1977.
6. Биохимия. Под редакцией Е.С. Северина. «ГЕОТАР-Медиа» 2019
7. Современная микробиология. Прокариоты. / Под ред. Й.Ленглера, Г.Древса, Г.Шлегеля/, Изд-во Мир, 2005, т.1 стр. 18-70, 117-144, т.2 стр. 150-206.

##### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

1. Фершт Э. Структура и механизм действия ферментов. Пер. с англ. / М.: Мир, 1980.
2. Шульц, Ширмер. Принципы структурной организации белков.
3. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. Второе издание. М.: Высшая школа, 1976.
4. Микробиология. А.И. Нетрусов, И.Б. Котова, М. Издательский центр «Академия», 2007, стр. 6-100.

**АВТОРЫ ПРОГРАММЫ**

**Этапы 1-2.**

д.х.н., проф. Клячко Н.Л., д.х.н., проф. Гладилин А.К., к.х.н. доц. Ле-Дейген И.М., к.х.н. с.н.с. Белова А.Б., к.х.н. доц. Белогурова Н.Г., д.х.н., проф. Кудряшова Е.В.

**Этап 3.**

к.пед.н., к.х.н., доц. Даминава С.О.