

**Тематический план занятий семинарского типа
по дисциплине «Молекулярная регуляция метаболизма и клеточного цикла» для
обучающихся 2024 года поступления по образовательной программе 33.05.01
Фармация, направленность (профиль) Фармация (специалитет), форма обучения
очная на 2026-2027 учебный год.**

**Thematic Plan of Seminar Classes for the course “Molecular regulation of metabolism
and the cell cycle” for students admitted in 2024 in the educational program 33.05.01
Pharmacy, specialization (profile): Pharmacy (Specialist Degree Program), full-time
mode of study for the 2026–2027 Academic Year**

№	Тематические блоки	Практическая подготовка в рамках тематического блока. ³	Часы (академ.) ⁴
6 семестр			
1	Введение в молекулярную биологию клетки и межклеточных взаимодействий. ¹ Рафты в структуре биологических мембран. Теория рафтов. Структура и функции рафтов. Цитоскелет (филаменты) и внутриклеточный транспорт. Ионные каналы. Классификация ионных каналов, селективность. Молекулярные механизмы регуляции ионных каналов. Модель потенциалзависимого ионного канала. Роль липидных рафтов в мембранной локализации каналов. ²	-	2
2	Рецепторы, основные характеристики. ¹ Рецепторы и их лиганды. Агонисты (модель один рецептор, один лиганд один эффект). Аффинность (сродство), K _d , внутренняя активность (α). Антагонисты, парциальные агонисты/антагонисты. Механизмы даун (привыкание, толерантность к опиатам) и апрегуляции количества рецепторов и их чувствительности. Регулируемый экзоцитоз и рецептор-опосредованный эндоцитоз. ²	ПП	2
3	Типы G-белков, строение и функции. ¹ G-белок - структура, цикл функционирования, семейства субъединиц, эффекторы. Варианты Gα субъединицы. β-арестинный путь. α и β адренорецепторы, М-холинорецептор. Механизмы действия холерного и коклюшного токсинов, фторболовых эфиров. ²	ПП	2
4	Протеинкиназы: строение, классификация, свойства и биологическая роль. ¹ Протеинкиназа А – регуляция обмена гликогена и CRE. Протеинкиназа С, Протеинкиназа G. Регуляция гладко-	ПП	2

	мышечного сокращения. Другие протеинкиназы РКВ/АКТ, АМРК, PI3-киназа. Ингибиторы протеинкиназ. ²		
5	Ca ²⁺ сигналинг. ¹ Протеинкиназа С. Канцерогенез, форболовые эфиры. Динамика, гомеостаз, ремоделирование. Заболевания как результат аномального ремоделирования передачи сигналов Ca ²⁺ . Мышечное сокращение. Липофильные гормоны. ²	-	2
6	Рецепторные и цитоплазматические тирозинкиназы. ¹ Семейство src-киназ, ZAP70/Syk и JAKs, FAKs. Внутриклеточные эффекты инсулина, SH2/SH3 домены, Ras/Raf/MAPK путь. PI3K путь, тирозиновые фосфатазы. Rho, Rac и Rab белки. Ингибиторы тирозинкиназ. ²	ПП	2
7	Сигнальная трансмиссия, индуцируемая через сигналосомы. ¹ Сигналосомы, строение, функция и дисфункция. Основные сигналосомы (WNT, COP9, некросома RIP1/RIP3). Инфламсомы AIM2 и NLRP3). ²	-	2
8	Роль малых молекул в регуляции метаболизма. ¹ Лактат как сигнальная молекула, рецептор GPRC81. ROS как сигнальные молекулы. HIP1α как важнейший транскрипционный фактор. Роль пролилгидроксилазы-2 в рецепции кислорода. ²	-	2
9	Жизненный цикл клетки. ¹ Интерфаза G0. Митоз, мейоз. Циклины и циклин-зависимые киназы. Ингибиторы циклин-зависимых киназ. INK4 - семейство ингибиторов циклинзависимой киназы (CKI). Роль CDKN1A или P21. Регенеративные способности тканей. Регуляция клеточного цикла. ATM-Chk2 и ATR-Chk1 пути; PAK1 путь; Map- киназный сигнальный каскад. ²	ПП	2
10	Регуляция клеточного цикла, гибель клетки. ¹ Циклины и CDK (циклин-зависимые протеинкиназы). Метаболические интермедиаты, как регуляторы метаболизма. Фазы клеточного цикла. Контрольные точки клеточного цикла. Сигнальные пути, регулирующие клеточный цикл. Внешний и внутренний пути активации апоптоза. Апоптоз и некроз. Механизм апоптоза. Рецептор-зависимый сигнальный путь. Митохондриальный сигнальный путь. ²	ПП	2
11	Апоптоз, пути активации. ¹	-	2

	Рецепторы апоптоза - семейства белков CD95 (Аро-1 или Fas) и TNF-R (фактор опухолевого некроза). Каспазные каскады. Семейство белков Bcl2. Роль BНЗ/ВН4 доменов. Система белка Р-53. ²		
12	Молекулярные основы передачи афферентных сигналов. ¹ Понятие о пороговом потенциале, тормозный постсинаптический потенциал. Ноцицепторы и передача болевого сигнала. Строение и функционирование TRP каналов. ²	-	2
13	Оксид азота-уникальный мессенджер. ¹ Синтез, локализация, регулируемые им процессы. Сигнальные пути, вовлеченные в проведение сигнала оксида азота вне эндотелиальных клеток сосудов. ²	-	2
14	Молекулярные механизмы развития сахарного диабета ¹ . Сахарный диабет, определение понятия, виды. Молекулярные механизмы развития. Инсулинорезистентность: дорецепторный, рецепторный и пострецепторный уровни в нарушении чувствительности к инсулину ² .	ПП	2
15	Межклеточные взаимодействия через интегриновые рецепторы. ¹ Адгезия и агрегация тромбоцитов. Передача механического сигнала через src киназы. WNT и NOTCH сигнализация Протеаза-зависимая сигнализация. ²	-	2
16	Молекулярные механизмы канцерогенеза. ¹ Онкогены и супрессоры клеточного деления. Стадии формирования опухоли. ²	-	2
17	Влияние опухоли на организм. ¹ Механизмы инвазивного роста и метастазирования. Репаративные системы клетки. Молекулярная диагностика опухолей. ²	-	2
18	Мишени антибластомной терапии. ¹ Ингибиторы киназных каскадов при лечении злокачественной меланомы, как средства таргетной терапии ²	-	2
	Итого		36

¹ – тема

² – сущностное содержание

³ – ПП (практическая подготовка)

⁴ – один тематический блок включает в себя несколько занятий, продолжительность одного занятия 45 минут, с перерывом между занятиями не менее 5 минут

№	Thematic Blocks	Hours (Academic)
Semester 6		
1.	Introduction to the molecular biology of cells and intercellular interactions. ¹ Rafts in the structure of biological membranes. Raft theory. Raft structure and function. Cytoskeleton (Filaments) and intracellular transport. Ion channels. Ion channel classification and selectivity. Molecular mechanisms of ion channel regulation. Voltage-gated ion channel model. The role of lipid rafts in channel membrane localization. ²	2
2.	Receptors, basic characteristics. ¹ Receptors and their ligands. Agonists (one receptor, one ligand, one effect model). Affinity, K _d , intrinsic activity (α). Antagonists, partial agonists/antagonists. Mechanisms of downregulation (addiction, opiate tolerance) and upregulation of receptor number and sensitivity. Regulated exocytosis and receptor-mediated endocytosis. ²	2
3.	Types of G proteins, structure, and functions. ¹ G protein - structure, functional cycle, subunit families, effectors. G α subunit variants. β -arrestin pathway. α and β adrenergic receptors, M-cholinergic receptor. Mechanisms of action of cholera and pertussis toxins, and phorbol esters. ²	2
4.	Protein kinases: structure, classification, properties, and biological role. ¹ Protein kinase A – regulation of glycogen and CRE metabolism. Protein kinase C, Protein kinase G. Regulation of smooth muscle contraction. Other protein kinases: PKB/AKT, AMPK, PI3-kinase. Protein kinase inhibitors. ²	2
5.	Ca ²⁺ signaling. ¹ Protein kinase C. Carcinogenesis, phorbol esters. Dynamics, homeostasis, remodeling. Diseases resulting from abnormal remodeling of Ca ²⁺ signaling. Muscle contraction. Lipophilic hormones. ²	2
6.	Receptor and cytoplasmic tyrosine kinases. ¹ The src kinase family, ZAP70/Syk and JAKs, FAKs. Intracellular effects of insulin, SH2/SH3 domains, Ras/Raf/MAPK pathway. PI3K pathway, tyrosine phosphatases. Rho, Rac, and Rab proteins. Tyrosine kinase inhibitors. ²	2
7.	Signal transmission induced by signalosomes. ¹ Signalosomes: structure, function, and dysfunction. Major signalosomes (WNT, COP9, RIP1/RIP3 necrosome). AIM2 and NLRP3 inflammasomes. ²	2
8.	The role of small molecules in metabolic regulation. ¹ Lactate as a signaling molecule, the GPRC81 receptor. ROS as signaling molecules. HIP1 α as a key transcription factor. The role of prolyl hydroxylase-2 in oxygen reception. ²	2
9.	The cell life cycle. ¹ Interphase G ₀ . Mitosis, meiosis. Cyclins and cyclin-dependent kinases. Cyclin-dependent kinase inhibitors. INK4 - the cyclin-dependent kinase inhibitor (CKI) family. The role of CDKN1A or P21. Tissue regenerative capacity. Cell cycle regulation. ATM-Chk2 and ATR-Chk1 pathways; PAK1 pathway; Map kinase signaling cascade. ²	2
10.	Cell cycle regulation, cell death. ¹	2

	Cyclins and CDKs (cyclin-dependent protein kinases). Metabolic intermediates as regulators of metabolism. Cell cycle phases. Cell cycle checkpoints. Signaling pathways regulating the cell cycle. Extrinsic and intrinsic apoptotic pathways. Apoptosis and necrosis. Mechanism of apoptosis. Receptor-dependent signaling pathway. Mitochondrial signaling pathway. ²	
11.	Apoptosis, activation pathways. ¹ Apoptosis receptors – the CD95 (Apo-1 or Fas) and TNF-R (tumor necrosis factor) protein families. Caspase cascades. The Bcl2 protein family. The role of the BH3/BH4 domains. The P-53 protein system. ²	2
12.	Molecular basis of afferent signal transmission. ¹ The concept of threshold potential and inhibitory postsynaptic potential. Nociceptors and pain signal transmission. The structure and function of TRP channels. ²	2
13.	Nitric oxide is a unique messenger. ¹ Synthesis, localization, and processes it regulates. Signaling pathways involved in nitric oxide signal transduction outside vascular endothelial cells. ²	2
14.	Molecular mechanisms of diabetes development. ¹ Diabetes mellitus: definition, types. Molecular mechanisms of development. Insulin resistance: pre-receptor, receptor, and post-receptor levels in impaired insulin sensitivity. ²	2
15	Nitric oxide is a unique messenger. ¹ Synthesis, localization, and processes it regulates. Signaling pathways are involved in nitric oxide signal transduction outside vascular endothelial cells. ²	2
16	Molecular mechanisms of carcinogenesis. ¹ Oncogenes and cell division suppressors. Stages of tumor formation. ²	2
17	The impact of tumors on the body. ¹ Mechanisms of invasive growth and metastasis. Cellular reparative systems. Molecular diagnostics of tumors. ²	2
18	Antineoplastic therapy targets. ¹ Kinase cascade inhibitors in the treatment of malignant melanoma as targeted therapy. ²	2
Total:		36

Рассмотрено на заседании кафедры фундаментальной и клинической биохимии
«21» мая 2026 г., протокол №13

Заведующий кафедрой
фундаментальной и
клинической биохимии,
профессор



О.В. Островский.

Approved at the Department meeting of Fundamental and Clinical Biochemistry,
Minutes №13 dated “21” May 2026.



Head of the Department

O.V. Ostrovskij.