**МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ**
**МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭЛЕКТРОНИКИЙН СУРГУУЛЬ**
**МЭДЭЭЛЭЛ, КОМПЬЮТЕРИЙН УХААНЫ ТЭНХИМ**

Энхбаярын Жавхлан

# Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт

## (Licence validation with blockchain)

Програм хангамж
Бакалаврын судалгааны ажил

Улаанбаатар хот

2024 он

**МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ**
**МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭЛЕКТРОНИКИЙН СУРГУУЛЬ**
**МЭДЭЭЛЭЛ, КОМПЬЮТЕРИЙН УХААНЫ ТЭНХИМ**

# Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт
# (Licence validation with blockchain)

Програм хангамж
Бакалаврын судалгааны ажил

Удирдагч: _____ Дэд профессор Ч.Алтангэрэл

Гүйцэтгэсэн: _____ Э.Жавхлан (20B1NUM0649)

Улаанбаатар хот

2024 он

# Зохиогчийн баталгаа

Миний бие Энхбаярын Жавхлан ”Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт” сэдэвтэй судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн болохыг зарлаж дараах зүйлсийг баталж байна:

- Ажил нь бүхэлдээ эсвэл ихэнхдээ Монгол Улсын Их Сургуулийн зэрэг горилохоор дэвшүүлсэн болно.
- Бусдын хийсэн ажлаас хуулбарлаагүй, ашигласан бол ишлэл, зүүлт хийсэн.
- Ажлыг би өөрөө (хамтарч) хийсэн ба миний хийсэн ажил, үзүүлсэн дэмжлэгийг тайлангийн ажилд тодорхой тусгасан.
- Ажилд тусалсан бүх эх сурвалжид талархаж байна.

Гарын үсэг: _____

Огноо: _____

ГАРЧИГ

ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ

# ХҮСНЭГТИЙН ЖАГСААЛТ

# Кодын жагсаалт

# УДИРТГАЛ

## Сэдэв сонгох үндэслэл:

Өнөөгийн цахим орчинд зонхилон тохиолдож буй оюуны өмч болон цахим бүтээгдэхүүний хулгай, өмчлөх эрхийн ил тод байдал, зөвшөөрөлгүй түгээлт зэрэг сорилтуудтай тулгарч байна. Блокчэйн технологийн төвлөрсөн бус, ил тод, хувиршгүй шинж чанарыг ашигласнаар цахим бүтээгдэхүүн эзэмших, лиценз олгоход итгэлцэл, ил тод байдлыг бий болгож, улмаар оюуны өмчийн зөвшөөрөлгүй хулгайн гэмт хэргийг бууруулах зорилготой уг сэдвийг сонгосон.

## Зорилго:

Энэхүү судалгааны ажлаар хэрэглэгчид блокчэйн технологиор дамжуулан цахим бичиг баримтыг хамгаалах, хуваалцах, хандах зөвшөөрөл олгох цахим баримт бичгийн лицензийн систем хөгжүүлэх зорилго тавьсан.

## Зорилт:

1. Блокчэйн технологийн талаар судлах
2. Системийг хэрэгжүүлэх технологийн талаар судлах
3. Системийн зохиомж, архитектурыг боловсруулах
4. Блокчэйн дээр суурилсан цахим бичиг баримтын лицензийн систем хөгжүүлэх

# 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

## 1.1 Блокчэйн технологи

Хамгийн анх блокчэйн технологийн талаар 2008 онд Сатоши Накамото гэдэг этгээдийн нийтэлсэн “Биткойн: Peer-to-Peer Электрон Мөнгөний Тогтолцоо” судалгааны ажлын нийтлэлд дурдагдсан байдаг.

Блокчэйн гэдэг нь өгөгдөл буюу дата мэдээллүүдийг хадгалдаг нэгэн төрлийн мэдээллийн бааз гэж хэлж болно. Бааз доторх дата мэдээллийг Блок гэж нэрлэгдэх хэсгүүдэд багцлан хадгалж уг сүлжээнд холбогдсон бүх компьютерт ижил хуулбар болгон тархмал хэлбэрээр хадгална. Тэдгээр блокуудыг өөр хоорондоо гинжин хэлхээ буюу математик тооцоолол, цахим нууцлалын аргаар хэлхэн холбосноор бидний ярьж буй Блокчэйн үүсэх юм.

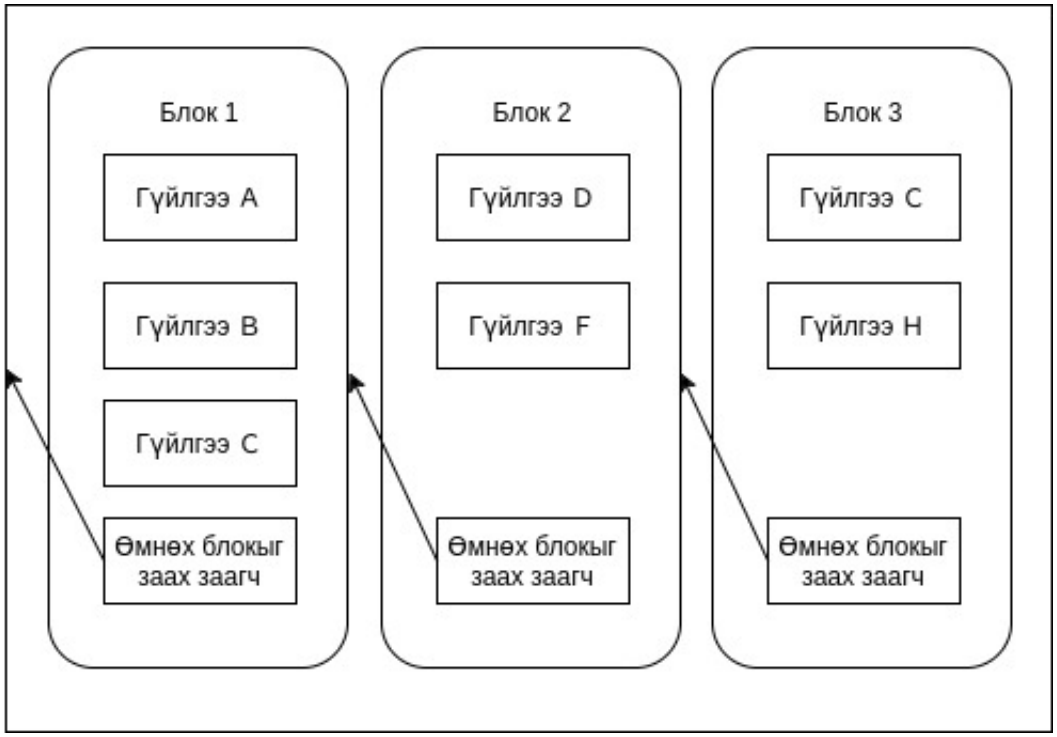
## 1.2 Блокчэйний онцлог

**Тархсан Peer-to-Peer (P2P)** сүлжээ гэдэг нь сүлжээнд оролцогч буюу зангилаанууд нь газарзүйн хувьд тархсан байдаг ба аль ч хоёр зангилаа хоорондоо байршлаас үл хамааран ямар нэг серверээр дамжилгүйгээр өөр хоорондоо шууд холбогддог сүлжээ юм.

**Тархсан бүртгэлийн дэвтэр буюу Distributed ledger technology (DLT)** технологи нь мэдээллийг тархсан P2P сүлжээний оролцогч нар дээр хадгалдаг технологи бөгөөд уламжлалт өгөгдлийн сангийн системээс ялгарах гол ялгаа нь төвлөрсөн өгөгдлийн сан болон төвлөрсөн удирдлагын функц байхгүйд оршино.

Блокчэйн нь DLT технологийн гол төлөөлөгч бөгөөд мэдээллийн гинжин хэлхээ юм. Блокчэйнд тогтсон хэмжээтэй блок үүсгэж, үүн дотроо мэдээллийг хадгалах ба эхний блок дүүрэхэд дараагийн шинэ блок үүсгэдэг. Эдгээр блок нь хэш функцээр кодлогдсон байх ба блокийг цаг хугацааны дагуу жагсааж, блок тус бүр яг өөрийн өмнөх блокийн мэдээллийг өөр дотроо хадгалах байдлаар гинжин бүтцийг үүсгэнэ.

Блокчэйн технологийн хамгийн чухал, онцлох давуу тал нь төвлөрсөн бус тархсан бүтэцтэй бөгөөд сүлжээнд байгаа бүх компьютер блокчэйний халдашгүй чанарыг үргэлж баталгаажуулж байдаг ба хэн нэгэн, эсвэл аль нэг компани үүн доторх өгөгдөл түүний бүрэн бүтэн байдлыг удирдах боломжгүй байдагт байгаа юм. Блокчэйний бүх зангилаа ижил мэдээллийг агуулж байдаг болохоор "А" зангилаан дахь өгөгдөл эвдэрч гэмтвэл блокчэйний хэсэг болж чадахгүй, учир нь өгөгдөл нь бусад "В" болон "С" зангилааны өгөгдөлтэй ижил байж чадахгүй болно.




Зураг 1.1: Блокчэйний өгөгдөлийн бүтэц

## 1.3 Блокчэйний нууцлалын технологи

### *1.3.1 Криптограф хэш*

Криптограф хэш функц нь оруулсан өгөгдлийн уртаас үл хамааран тогтсон урттай хэш утгуудыг буцаадаг. Оролтын зөвхөн нэг тэмдэгт өөрчлөгдөхөд гаралтын хэш утгууд нь эрс ялгаатай байна. Энэ шинж чанарыг ашиглан, гүйлгээний өгөгдөл болон бусад бүх өгөгдлийн хувьд засвар ороогүй болохыг баталгаажуулах боломжийг олгодог. Жишээ нь, та Мас-ын

командлайн-аар дараах командыг оруулбал, SHA-256 hash функцийн утгыг хялбархан олох болно.

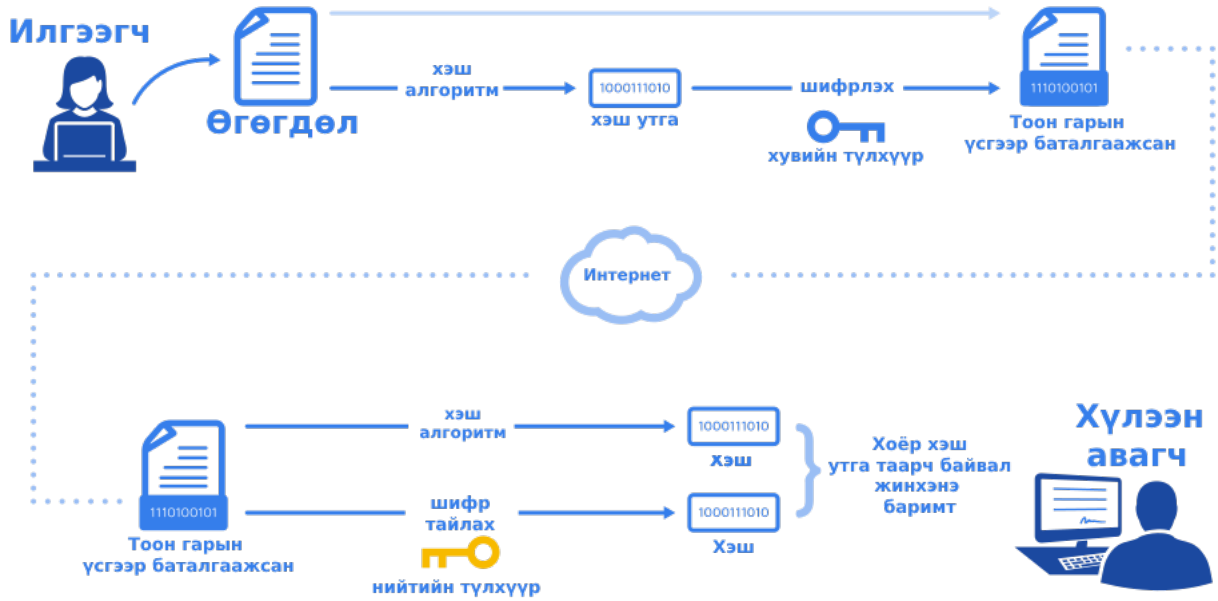
```
❯ echo "Hello World" | openssl sha256
SHA2-256(stdin)= d2a84f4b8b650937ec8f73cd8be2c74add5a911ba64df27458ed8229da804a26
❯ echo "Hallo World" | openssl sha256
SHA2-256(stdin)= e6c1396639c0b79bebc94e4448cfe2700b871d45d0d38d98df6ee9da3f09d35c
```

Зураг 1.2: ”Hello World”, ”Hallo World” гэсэн үгнүүдийн хэшийг бодсон байдал

”Hello World”, ”Hallo World” гэсэн үгнүүдийн sha256 хэшийг бодсон байдал жишээн дээр, ”Hello World” гэсэн үгний SHA-256 hash утга болон, ”e”-г ”a”-гээр сольсон үгийн SHA-256 hash утгыг харуулсан байна. Зөвхөн нэг үсгээр ялгаатай боловч, тэдгээрийн hash утгууд нь эрс ялгаатай байна. Энэ мэтчилэн hash функц нь оролт нь 1 байтаар л ялгаатай байхад, эрс өөр үр дүн гаргадаг шинж чанарыг агуулж байдаг. Энэ шинж чанарыг ашиглан, гүйлгээний өгөгдөл болон тэдгээрийг хадгалах блокийн бүх өгөгдлийн хувьд гарах hash утгыг тухайн өгөгдлийн бүтцэд оруулснаар, засвар ороогүй болохыг баталгаажуулах боломжтой болно.

### *1.3.2 Тоон гарын үсэг*

Тоон гарын үсэг нь дижитал мессеж эсвэл баримт бичгийн жинхэнэ эсэхийг шалгах математик аргачлал юм. Энэ нь хос түлхүүр үүсгэх замаар ажилладаг: өргөн тархсан нийтийн түлхүүр, нууцлагдсан хувийн түлхүүр. Гарын үсэг зурахдаа баримт бичгийн өвөрмөц хэшийг үүсгэж, хувийн түлхүүрээр шифрлэж, тоон гарын үсгийг бүрдүүлдэг. Хүлээн авсны дараа хэшийг илгээгчийн нийтийн түлхүүрээр тайлж, хүлээн авсан баримтаас шинэ хэш үүсгэнэ. Хэрэв хоёулаа таарч байвал энэ нь тухайн баримт бичиг нь жинхэнэ бөгөөд ямар нэгэн өөрчлөлт ороогүй гэсэн үг юм.




Зураг 1.3: Цахим гарын үсгийн ажиллах зарчим

Тоон гарын үсэгт хаш функц болон хос түлхүүрийг нийлүүлж ашигласнаар, өгөгдөл илгээгчийг болон агуулгын засагдаагүй гэдгийг баталгаажуулах ажлыг зэрэг гүйцэтгэдэг юм. Блокчэйнд өмнөх хэсгийн хаш функц болон дээр өгүүлсэн цахим гарын үсгийг аль алийг нь ашигладаг бөгөөд гүйлгээ тус бүрийн үнэн зөв байдал, нийцтэй байдлын талаарх мэдээллийн илгээгч, агуулгын бүрэн бүтэн(засагдаагүй) байдлын баталгаа зэрэг төрөл бүрийн зорилгоор ашигладаг.

## 1.4 Ухаалаг гэрээ

Ухаалаг гэрээ гэдэг нь дундын зуучлагч буюу хуульч, нотариатгүйгээр хоёр этгээд гэрээ байгуулсныг баталсан компьютерын код бөгөөд тухайн гэрээний нөхцөл, үүрэг, хариуцлагыг багтаасан байна. Анх этереум нь ухаалаг гэрээг оруулсан блокчэйн гэдгийг гаргаж, түүний дараагаар олон тооны блокчэйнд ухаалаг гэрээг оруулж ирсэн. Ухаалаг гэрээ нь зөвхөн нөхцөл, үүргийг заахаас гадна автоматаар биелэх боломжтой байдаг.

Анх 1996 онд Nick Szabo ухаалаг гэрээний санааг нь гаргаж ирсэн. Гол санаа нь хүнээс хамааралгүйгээр урьдчилан тодорхойлсон ямар нэг нөхцөлийн биелэх үед автоматаар үйлдэл

хийгдэнэ.

1. Хийгдсэн үйлдэл/гүйлгээ нь олон нийтэд ил байх ч, хэн хийсэн бэ гэдэг нь нууц байж болдог.

2. Блокчэйн сүлжээний бүх зангилаанууд Ухаалаг гэрээг ажиллуулдаг.

3. Цаг хугацаа хэмнэхээс гадна гарч болох олон асуудлыг шийдэх боломжтой. (3-дагч этгээдийг оролцоо хэрэггүй)

## 1.5 Блокчэйн зарим хэрэглээ

Олон улсын хэмжээнд стартап компаниуд блокчэйн технологийг ашигласан шинэ системийг эрүүл мэнд, даатгал, татвар зэрэг олон салбарт санал болгож байна.

Жишээлбэл, эрүүл мэндийн салбарт блокчэйн рүү иргэний эрүүл мэндийн болон эмчилгээний түүхийг оруулдаг болгох систем юм. Энэ тохиолдолд эмчлэгч эмч тухайн иргэний мэдээллийг харах судалгаа, шинжилгээний зорилгоор авч ашиглахаар бол системд хүсэлт гаргахад зөвхөн тухайн иргэний зөвшөөрлөөр системээс мэдээлэл нь харагдана. Хүний эрүүл мэндийн мэдээлэл блокчэйнд хадгалагдсанаар тухайн хүн дэлхийн аль ч улс оронд эмчилгээнд хамрагдахад асуудалгүй болж байгаа юм. Мөн блокчэйнд хүн өөрийн итгэмжлэгдсэн төлөөллийг нэмж өгөх боломжтой бөгөөд тухайн хүн өөрөө блокчэйнээс мэдээллээ гаргаж өгөх боломжгүй нөхцөлд ашиглагдах юм. Хэрэв блокчэйн ашиглагдаж эхэлбэл зайнаас эмчлэх, эмчилгээний зөвлөгөө өгөх зэрэг шинэ төрлийн үйлчилгээнүүд хүчээ авах юм.

**Нэгдсэн Үндэстний Байгууллага** 2017 онд блокчэйн технологи ашигласан олон төрлийн санал, санаачлагыг хэрэгжүүлснээс үүний нэг болох тусламж түгээлтийн бүртгэлийн систем амжилттай хэрэгжсэн байна. НҮБ-аас гаргасан судалгаагаар, нийт тусламжийн 30 орчим хувь нь очих ёстой хүлээн авагчдаа хүрдэггүй гэж гарсан байна. 2017 оны тавдугаар сараас НҮБ-ын Дэлхийн хүнсний хөтөлбөрт хэрэгжсэн хүрээнд Сирийн дүрвэгчдэд үзүүлж байгаа тусламжийг этереум блокчэйн ашиглаж түгээжээ. Тодруулбал, Иордан улсын дүрвэгчдийн

хуаранд байрлаж байгаа Сири улсын 10500 дүрвэгчид хүнсний бүтээгдэхүүн (1.4 сая ам.доллар) түгээхэд криптовалютад суурилсан ваучер тарааж, уг ваучераа ашиглан хуаранд байрлах дэлгүүрээс хүнсний бүтээгдэхүүн авах боломжийг хангажээ. НҮБ-аас уг төслийг өмнөх тусламжтай харьцуулахад маш амжилттай хэрэгжсэн гэж үзэж байгаа бөгөөд 2018 оны хоёрдугаар улиралд тусламжинд хамрагдах хүний тоог 500,000-д хүргэхээр төлөвлөж байна гэж мэдээлж байна.

НҮБ-аас хамгийн сүүлд эхлүүлсэн нэг ажил нь хүүхдийг блокчэйнд бүртгэлжүүлэх систем юм. Хуурамч бичиг баримт үйлдэн хүүхэд хил дамнуулахыг зогсооход хамгийн ээдрээтэй зүйл нь жинхэнэ юм шиг бүрдүүлсэн хуурамч бичиг баримтыг таних ажил байдаг. Хүний наймаа ихээр явагддаг бүс нутагт хүүхдүүдийг шат дараатайгаар албан ёсны бүртгэлтэй болгож, түүнийг нь НҮБ-ын блокчэйн системд хадгална. Энэ төрлийн гэмт хэрэг хамгийн их явагддаг Молдав улсад хэрэгжүүлж эхэлсэн ажээ. НҮБ-ийн судалгаагаар 5-аас доош насны хүүхэд бүртгэлжээгүй байх тохиолдол зарим бүс нутагт их байдаг байна.

**Швейцарийн Зуг (ZUG)** хот нь крипто хот болохоор ажиллаж байгаа бөгөөд ийм уриа гаргасан бусад хот болох Сан-Франциско, Лондон, Токио, Сингапур, Нью-Иорк, Амстердамаас ялгагдах зүйл нь санхүү болон технологийн гарааны бизнесээ эхэлж буй компаниудад хууль эрх зүйн орчин нь маш тааламжтай юм. Зуг хотын удирдлага крипто хөндий байгуулж, иргэдээ блокчэйнд бүртгэж эхэлсэн ба 2017 оны арваннэгдүгээр сараас иргэддээ зориулж цахим ID авах вебийн үйлчилгээг нээсэн нь этереум блокчэйнд суурилсан ба хэрэглэгч хаанаас ч өөрийн мэдээллийг оруулан цахим ID-гаа авах боломжтой бөгөөд хотын зүгээс уг мэдээллийг зөвхөн шалгаж баталгаажуулах эрхтэй. Энэхүү цахим ID-гаа ашиглаад иргэд зөвхөн хотын үйлчилгээг (хэрэглээний төлбөр, түрээсийн төлбөр) авахаар хязгаарлагдахгүй ба 2018 оны хавар сонгуулийн санал өгөхөд (e-vote) ашиглахаар бэлдэж байна.

## 1.6 Лиценз баталгаажуулалт

### *1.6.1 Дижитал эрхийн менежмент (DRM)*

Дижитал эрхийн менежмент (DRM) нь цахим баримт бичиг, дуу хөгжим, видео, цахим ном, программ хангамж болон бусад дижитал медиа зэрэг дижитал контентыг хамгаалах, удирдахад ашигладаг технологи, процессыг хэлнэ. DRM системүүд нь цахим контентын хандалтыг хянах, ашиглалтын хязгаарлалтыг хэрэгжүүлэх, оюуны өмчийн эрхийг хамгаалах зорилготой юм.

### *1.6.2 DRM-ийн үндсэн ойлголт ба бүрэлдэхүүн хэсгүүд:*

- **Шифрлэлт:** Шифрлэлт нь криптограф алгоритмыг ашиглан цахим контентыг унших боломжгүй формат руу хөрвүүлэх явдал юм. Шифрлэгдсэн контентод зөвхөн шаардлагатай код тайлах түлхүүрийг эзэмшсэн эрх бүхий хэрэглэгчид хандах буюу тайлж болно.
- **Хандалтын хяналт:** DRM систем нь дижитал контент руу хэн хандах, үзэх, өөрчлөх, түгээх боломжтойг зохицуулах хандалтын хяналтын механизмыг хэрэгжүүлдэг. Хандалтын эрхийг ихэвчлэн хэрэглэгчийн үүрэг, лиценз эсвэл контент эзэмшигчээс олгосон зөвшөөрөл дээр үндэслэн тодорхойлдог.
- **Лицензийн менежмент:** DRM шийдлүүд нь хэрэглэгчдэд дижитал контент руу нэвтрэх, ашиглах зөвшөөрөл олгохын тулд лицензэд суурилсан загваруудыг ашигладаг. Лицензүүд нь ашиглалтын хугацаа, зөвшөөрөгдсөн төхөөрөмж, нэгэн зэрэг хэрэглэгчдийн тоо зэрэг ашиглалтын нөхцөл, нөхцөлийг тодорхойлдог.
- **Тоон усан тэмдэг:** Тоон усан тэмдэг нь үл үзэгдэх танигч эсвэл гарын үсгийг цахим контентод оруулахад ашигладаг техник юм. Усан тэмдэглэгээг контентын зөвшөөрөлгүй хуулбарыг эх сурвалж руу нь буцаах эсвэл контентын жинхэнэ эсэхийг шалгахад ашиглаж болно.

- **Хуулбарлах хамгаалалт:** DRM системүүд нь цахим контентыг зөвшөөрөлгүй хуулбарлах, хуулбарлахаас сэргийлэхийн тулд хуулбарлах хамгаалалтын механизмыг хэрэгжүүлдэг. Хулгайлах, зөвшөөрөлгүй түгээхээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд хуулбарлахаас урьдчилан сэргийлэх, хуулбарлах хяналт, хуулбар илрүүлэх зэрэг арга техникийг ашигладаг.

# 2. СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА, ЗОХИОМЖ

## 2.1 Функционал шаардлагууд

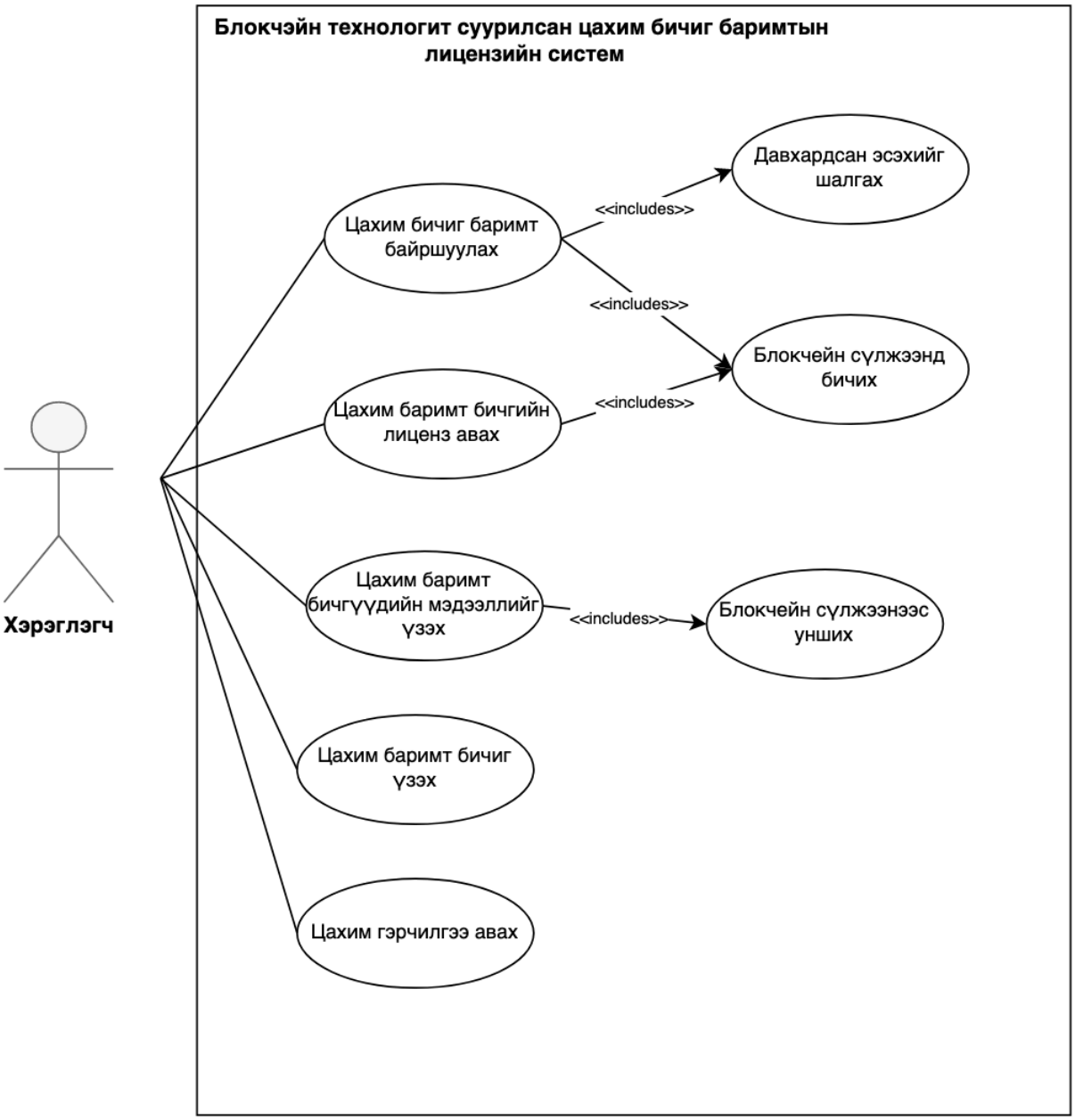
- **ФШ 100:** Систем нь цахим баримт бичгүүд болон лицензийн талаарх мэдээллийн найдвартай байдлыг хадгалахын тулд блокчэйнтэй харилцах ёстой.
- **ФШ 200:** Цахим баримт бичгүүд эзэмших, лиценз олгох асуудлыг зохицуулахын тулд ухаалаг гэрээг блокчэйн дээр байршуулж, удирдах ёстой.
- **ФШ 300:** Систем нь цахим баримт бичгүүдийг байршуулах, лиценз авахын тулд хэрэглэгчийн крипто хэтэвчтэй холбогдсон байх ёстой.
- **ФШ 400:** Систем нь хэрэглэгчид веб аппликейшны интерфейсээр дамжуулан PDF файлуудыг байршуулах боломжтой байх ёстой.
- **ФШ 500:** Систем нь цахим баримт бичгүүдийг байршуулахдаа баримт бичгийн мэдээллийг бүртгэх ёстой.
- **ФШ 600:** Систем нь цахим баримт бичиг байршуулах үед систем нь файлын хэшийг тооцоолж, хадгалалтыг үргэлжлүүлэхийн өмнө давхардсан эсэхийг шалгах ёстой.
- **ФШ 700:** Систем нь цахим баримт бичиг байршуулах үед систем нь файлын хэшийг тооцоолж, хадгалалтыг үргэлжлүүлэхийн өмнө давхардсан эсэхийг шалгах ёстой.
- **ФШ 800:** Хэрэглэгчид байршуулсан цахим баримт бичгүүдийн лицензийг авах боломжтой байх ёстой.
- **ФШ 900:** Цахим баримт бичгийн лиценз авахад лицензэд өвөрмөц дугаар олгож, блокчэйн дээр хадгалах.

- **ФШ 1000:** Систем нь хэрэглэгчид лиценз авсны дараа лицензийн дугаар, файлын мэдээлэл зэрэг лицензийнхээ дэлгэрэнгүй мэдээллийг агуулсан цахим гэрчилгээ авах ёстой.
- **ФШ 1100:** Хэрэглэгчид систем дээр байрлуулсан цахим баримт бичгүүдийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг үзэх боломжтой байх ёстой.

## 2.2 Функционал бус шаардлагууд

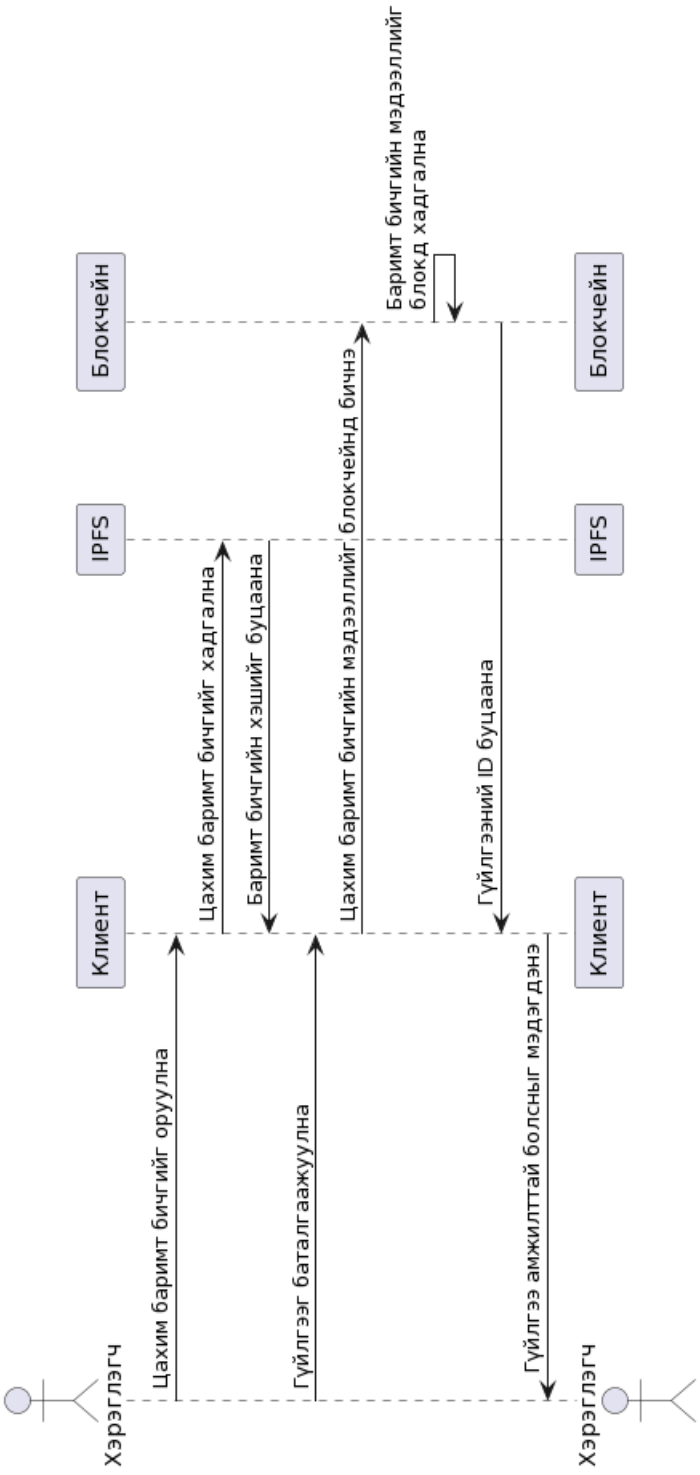
- **ФБШ 100:** Блокчэйн технологи нь өгөгдлийн бүрэн бүтэн байдлыг хангаж, лицензийн мэдээллийг зөвшөөрөлгүй өөрчлөхөөс сэргийлнэ.
- **ФБШ 200:** Систем нь гүйцэтгэлийн бууралтгүйгээр олон тооны хэрэглэгчид болон лицензүүдийг зохицуулах чадвартай байх ёстой.
- **ФБШ 300:** Ухаалаг гэрээ нь модульчлагдсан байх ёстой бөгөөд шинэчлэгдэхэд хялбар байх ёстой.
- **ФБШ 400:** Систем нь хүлээн зөвшөөрөгдсөн тодорхой хугацааны дотор баталгаажуулах хүсэлтийг хурдан боловсруулах чадвартай байх ёстой.
- **ФБШ 500:** Систем нь янз бүрийн техникийн чадвартай хэрэглэгчдэд үүнийг үр дүнтэй ашиглах боломжийг олгодог хэрэглэгчдэд ээлтэй интерфейстэй байх ёстой.
- **ФБШ 500:** Систем нь янз бүрийн үйлдлийн систем, хөтөч, төхөөрөмжтэй нийцтэй байх ёстой.
- **ФБШ 600:** Систем нь лиценз олгох, дижитал гүйлгээ, блокчэйн технологитой холбоотой аливаа зохицуулалтын шаардлагад нийцэж байх ёстой.
- **ФБШ 700:** Энэ систем нь гамшгийн үед өгөгдөл алдагдахгүй байхын тулд найдвартай нөөцлөх, сэргээх механизмтай байх ёстой.

## 2.3 Use case диаграмм




Зураг 2.1: Use-case диаграм

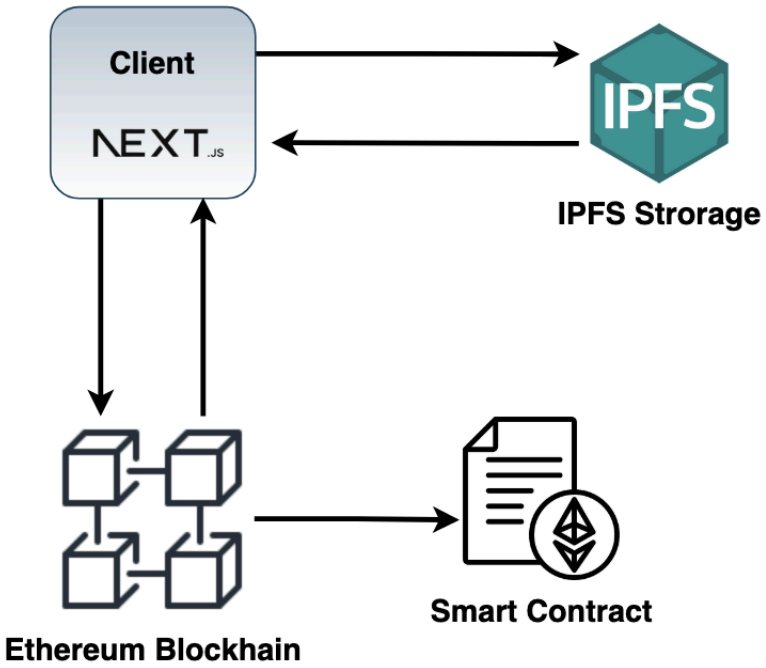
## 2.4 Хэрэглэгч цахим баримт бичиг оруулах sequence диаграмм




Зураг 2.2: Sequence диаграмм

## 2.5 Архитектур

Энэхүү төслийн фронт-энд хэсэг нь NextJS-н ашигласан тул сервер талын рендер хийж байгаа ба хэрэглэгчийн оруулсан цахим баримт бичиг болон лицензийн мэдээллийг этереум блокчэйн сүлжээнд бичих болон унших үйлдлийг хийх юм. Мөн хэрэглэгчийн оруулсан цахим баримт бичгийг IPFS сүлжээнд хадгална.




Зураг 2.3: Архитектурын зураг

# 3. СИСТЕМИЙН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

## 3.1 Сонгосон технологи

### *3.1.1 React & Next.js*

**Declarative**

React нь хэрэглэгчийн интерактив интерфейс бүтээхийг хялбарчилдаг. Аппликейшны state бүрд зориулсан энгийн бүтэц зохион байгуулахаас гадна, React нь өгөгдөл өөрчлөгдөхөд яг зөв компонентоо өөрчлөн рендер хийдэг. Declarative бүтэц нь кодыг тань debug хийхэд хялбар болгохоос гадна, ажиллагаа нь илүү тодорхой болдог.

**Компонент-д тулгуурласан**

Бие даан state-ээ удирддаг маш энгийн компонент бичиж, эдгээрийг хольж найруулан нарийн бүтэцтэй хэрэглэгчийн интерфейс бүтээх боломжтой. Компонентийн логик нь тэмплэйтээр бус JavaScript-ээр бичигддэг учраас өгөгдлийг апп хооронд хялбар дамжуулж, DOM-оос state-ээ тусад нь байлгаж чадна.

**Next.js**

Netflix, TikTok, Hulu, Twitch, Nike гэсэн орчин үеийн аваргууд ашигладаг энэхүү орчин үеийн фрэймворк нь React технологи дээр үндэслэгдсэн бөгөөд Frontend, Backend хоёр талд хоёуланд нь ажилладаг веб аппуудыг хийх чадвартайгаараа бусдаасаа давуу юм. Next.js-ийн үндсэн дизайн нь клиент болон сервер талын аль алиных давуу талыг ашиглаж чаддаг, ямар нэг дутагдалгүй веб сайтыг яаж хамгийн хурдан хялбар бүтээх вэ гэдгийг бодож тусгасан байдаг. Next.js нь сервер талд react компонентуудыг рендерлэн энгийн html, css, json файл болгон хувиргах замаар ажилладаг бөгөөд 2020 оноос олон нийтэд танигдсан JAMStack технологи

болон статик сайт, автоматаар статик хуудас үүсгэх, CDN deployment, сервергүй функц, тэг тохиргоо, файлын системийн рүүтинг (PHP-ээс санаа авсан), SWR (stale while revalidate), сервер талд рендерлэх зэрэг асар олон орчин үеийн шинэхэн технологиудыг бүгдийг хийж чаддаг анхны бүрэн веб фрэймворк гэж хэлж болно.

### *3.1.2 Ethereum блокчэйн*

Төвлөрсөн бус, блокчэйн дээр суурилсан программуудыг хангамжийн платформ анх Ethereum-ийг 2013 онд программист Vitalik Buterin бичсэн бөгөөд 2015 онд олон нийтэд анх танилцуулагдсан юм. Ethereum нь бусад койныг бодвол зөвхөн арилжааны бус тус платформыг ашиглан smart contract буюу ухаалаг гэрээ үүсгэх боломжтой. Энэ нь энгийнээр хөгжүүлэгчдэд төвлөрсөн бус хэрэглээний программуудыг бүтээх, ажиллуулах боломжийг олгодог.

### *3.1.3 Hardhat*

Hardhat нь ухаалаг гэрээг хөгжүүлэх орчин юм. Энэ нь Ethereum ухаалаг гэрээг бичих, туршихаас эхлээд байршуулах, дибаг хийх хүртэлх бүх амьдралын мөчлөгийг хөнгөвчлөх зорилготой юм. Hardhat нь Ethereum Virtual Machine (EVM) дээр бүтээгдсэн бөгөөд Ethereum, Polygon, Avalanche болон бусад EVM-тэй нийцтэй блокчэйнүүдийг дэмждэг.

### *3.1.4 Wagmi*

Wagmi нь блокчэйнтэй ажиллахад шаардлагатай бүх зүйлийг агуулсан React Hook-ийн цуглуулга юм. Wagmi нь крифто түрийвч холбох, мэдээллийг авах, ухаалаг гэрээтэй харилцах гэх мэт үйлдлүүдийг хөнгөвчлөх боломжийг олгодог.

### *3.1.5 IPFS & Pinata*

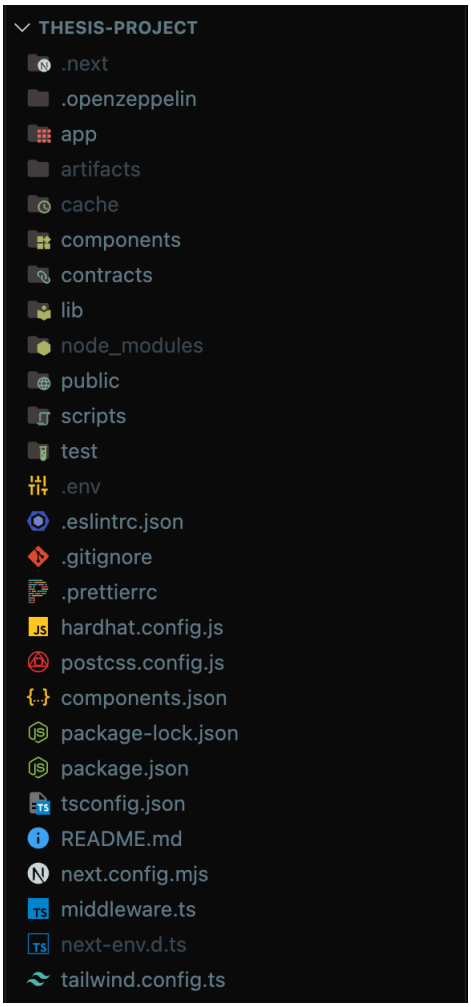
IPFS буюу Interplanetary File System нь peer-to-peer сүлжээн дэх файлуудыг хадгалах, хуваалцахад зориулагдсан төвлөрсөн бус протокол юм. Үндсэндээ IPFS нь файлуудыг жижиг

хэсгүүдэд хувааж, сүлжээний олон зангилаанд хадгалдаг. Энэ нь файлуудыг нэг байршилд хадгалдаггүй, харин сүлжээгээр тарааж байршуулдаг. Pinata нь төвлөрсөн бус бичиг баримт хадгалалтын сүлжээ болох Interplanetary File System (IPFS) дээр бүтээгдсэн үйлчилгээ юм. Pinata нь хөгжүүлэгчид болон хэрэглэгчдэд IPFS сүлжээнд өгөгдөл хадгалах, уншихад хялбар болгодог. Энэ нь IPFS дээр хадгалагдсан файлуудыг байршуулах, удирдах, хандахад зориулсан API болон бусад хэрэгслээр хангаснаар IPFS-тэй харилцах үйл явцыг хялбаршуулдаг.

## 3.2 Хөгжүүлэлт

### *3.2.1 Хөгжүүлэлтийн орчныг бэлдэх*

Энэхүү судалгааны ажлын практик хэсэгт би NextJS, Hardhat, Pinata, Wagmi, Tailwind CSS зэргийг ашиглан хөгжүүлэлт хийх билээ. NextJS нь монолитик төсөл хийхэд тохиромжтой ба төслийн ухаалаг гэрээ хөгжүүлэлт, клайнт талуудыг нэг repository-д хадгалж байгаа. Version Control System-ээр Github-г сонгосон юм. Кодын фолдер бүтэц нь дараах байдлаар байна.




Зураг 3.1: Фолдерийн бүтэц

- **components** - React компонентууд
- **lib** - Хэрэглэгчийн талын шаардлагатай код туслах функцууд

- **app** - NextJS дээрх хуудаснууд
- **public** - Статик зураг, файлууд
- **scripts** - Ухаалаг гэрээний хөгжүүлэлтийн холбоотой javascript файлууд
- **contracts** - Ухаалаг гэрээний файлууд

### *3.2.2 Ухаалаг гэрээн хөгжүүлэлт*

Миний төсөл нэг ухаалаг гэрээнээс бүтнэ. Уг ухаалаг гэрээ нь цахим файлууд болон тэдгээртэй холбоотой лицензүүдийг төлөөлдөг Файл ба Лиценз гэсэн хоёр бүтцийг тодорхойлсон. Файл бүтэц нь id, эзэмшигчийн хаяг, файлын нэр, тайлбар, ангилал, файлын хэш, үүсгэсэн хугацааны зэрэг атрибутуудыг агуулна. Лиценз бүтэц нь лицензийн дугаар, эзэмшигчийн хаяг, файлын нэр, тайлбар, ангилал, файлын хэш, үүсгэсэн хугацааны зэрэг атрибутуудыг агуулна. Мөн дараах функцүүдтэй:

- **createFile**: Цахим баримт бичгийн мэдээллийг бичих
- **issueLicense**: Лицензийн мэдээллийг бичих
- **getAllPublicFiles**: Оруулсан бүх цахим баримт бичгийн авах
- **getAllUserFiles**: Хэрэглэгчийн оруулсан цахим баримт бичгүүдийг авах
- **getAllUserLicenses**: Хэрэглэгчийн эзэмшиж буй лицензүүдийг авах
- **validateLicense**: Лицензийн дугаараар лицензийг шалгах
- **getPublicFileById**: Цахим баримт бичгийг авах id-гаар нь авах
- **getMarketplaceFiles**: Лиценз авах боломжтой цахим баримт бичгүүдийг авах
- **generateUniqueLicense**: Лицензд өвөрмөц дугаар бий болгох

### 3.2.3 Ухаалаг гэрээг блокчэйнд байршуулах

```
const { ethers } = require('hardhat');

async function deployContract() {
  let contract;

  try {
    contract = await ethers.deployContract('LicenseMarketplace');
    await contract.waitForDeployment();

    console.log('Contracts deployed successfully.');
    return contract;
  } catch (error) {
    console.error('Error deploying contracts:', error);
    throw error;
  }
}

async function main() {
  let contract;

  try {
    contract = await deployContract();
    await saveContractAddress(contract);

    console.log('Contract deployment completed successfully.');
  } catch (error) {
    console.error('Unhandled error:', error);
  }
}

main().catch((error) => {
  console.error('Unhandled error:', error);
  process.exitCode = 1;
});
```

Код 3.1: deploy

### 3.2.4 Хэрэглэгч талын хөгжүүлэлт (Front-end)

Уг код нь хэрэглэгчийн оруулах цахим баримт бичгийн мэдээллийг блокчэйнд бичнэ.

```
const [file, setFile] = useState<File | null>(null);
const { connect } = useConnect();
const { toast } = useToast();
const fileInputRef = useRef<HTMLInputElement>(null);

const { writeContract, isPending, error, data: hash, isError:
   issueError } = useWriteContract();
const { isLoading, isSuccess, isError } =
   useWaitForTransactionReceipt({
```

```
  hash,
});
const { isConnected } = useAccount();

async function onSubmit(data: z.infer<typeof formSchema>) {
  if (!isConnected) {
    connect({ connector: injected() });
  }
  try {
    if (!file) {
      return;
    }
    const res = await pinFileToIPFS(file);

    if (!res.isDuplicate) {
      writeContract({
        abi: licenseValidationAbi.abi,
        address: licenseValidationContract.contractAddress as `0
           x${string}`,
        functionName: 'createFile',
        args: [data.fileName, data.description, 'PDF', res.
           IpfsHash, data.isPublic],
      });

      if (isSuccess) {
        form.reset();
      }
    } else {
      if (fileInputRef.current) {
        fileInputRef.current.value = '';
      }

      toast({
        variant: 'destructive',
        description: 'This␣file␣has␣already␣been␣uploaded.',
      });
    }
  } catch (error) {
    console.error(error);
  }
}
```

Код 3.2: Блокчэйнд бичих

Энэ функц нь хэрэглэгчийн оруулсан баримт бичгийг IPFS-д байршуулна.

```
async function pinFileToIPFS(file: File): Promise<any> {
   const formData = new FormData();
   formData.append('file', file);

   const res = await fetch('https://api.pinata.cloud/pinning/
      pinFileToIPFS', {
      method: 'POST',
      headers: {
```

```
            pinata_api_key: process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_API_KEY!,
            pinata_secret_api_key: process.env.
               NEXT_PUBLIC_PINATA_API_SECRET!,
        },
        body: formData,
    });
    return res.json();
}
```

Код 3.3: Файл IPFS-д байршуулах

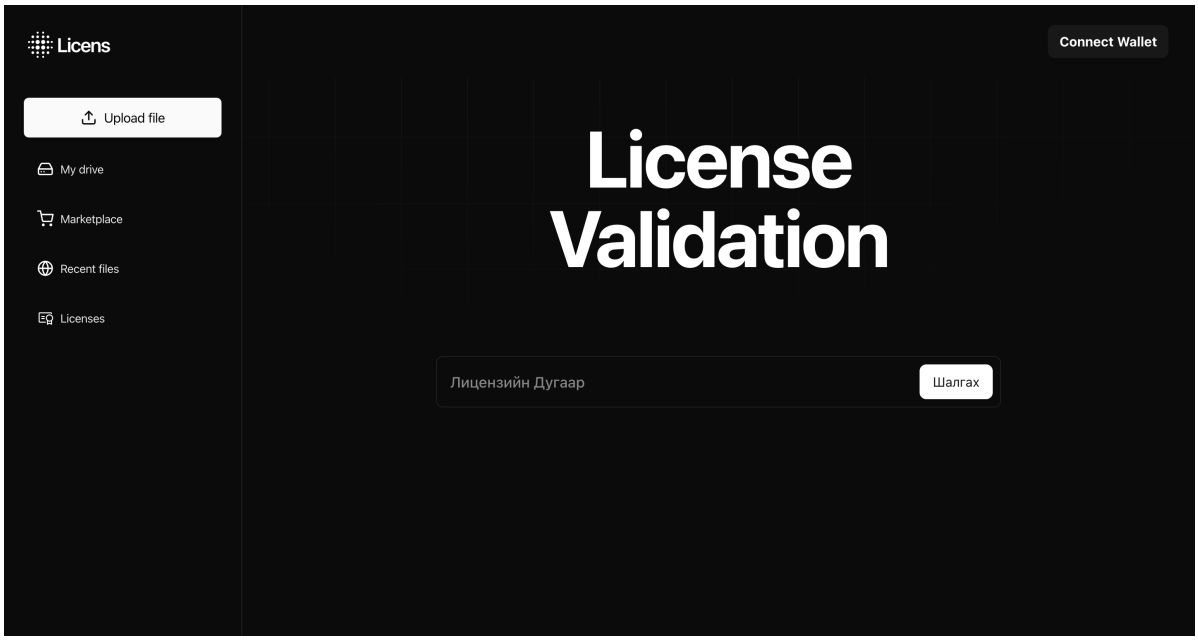
Уг код нь хэрэглэгчийн оруулсан цахим баримт бичгүүдийн мэдээллийг блокчэйнээс уншина.

```
const { address } = useAccount();
const {
  data: userFiles,
  isLoading,
  error,
} = useReadContract({
  address: licenseValidationContract.contractAddress as `0x${
     string}`,
  abi: licenseValidationAbi.abi,
  functionName: 'getAllUserFiles',
  account: address,
}) as { data: UploadedFile[]; isLoading: boolean; error: any };
```

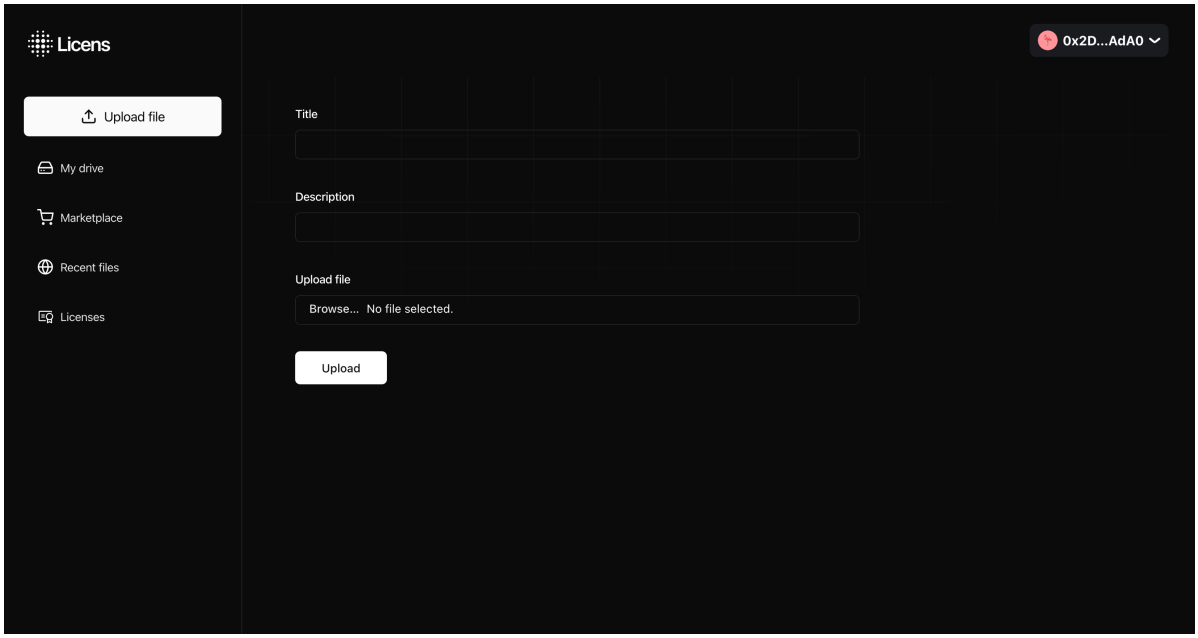
Код 3.4: Блокчэйнээс унших

### 3.2.5 Үр дүн

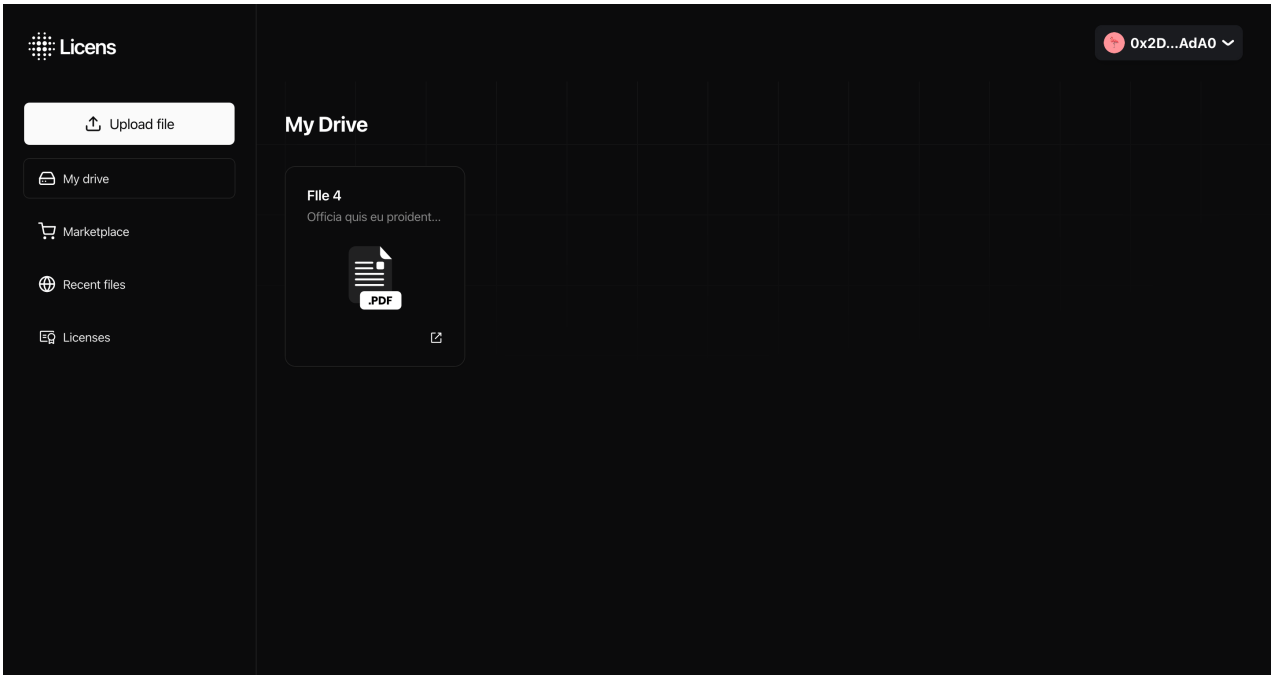
Төслийн практик ажлын үр дүнд бүтээгдсэн системийн интерфейс дараах байдлаар харагдана.



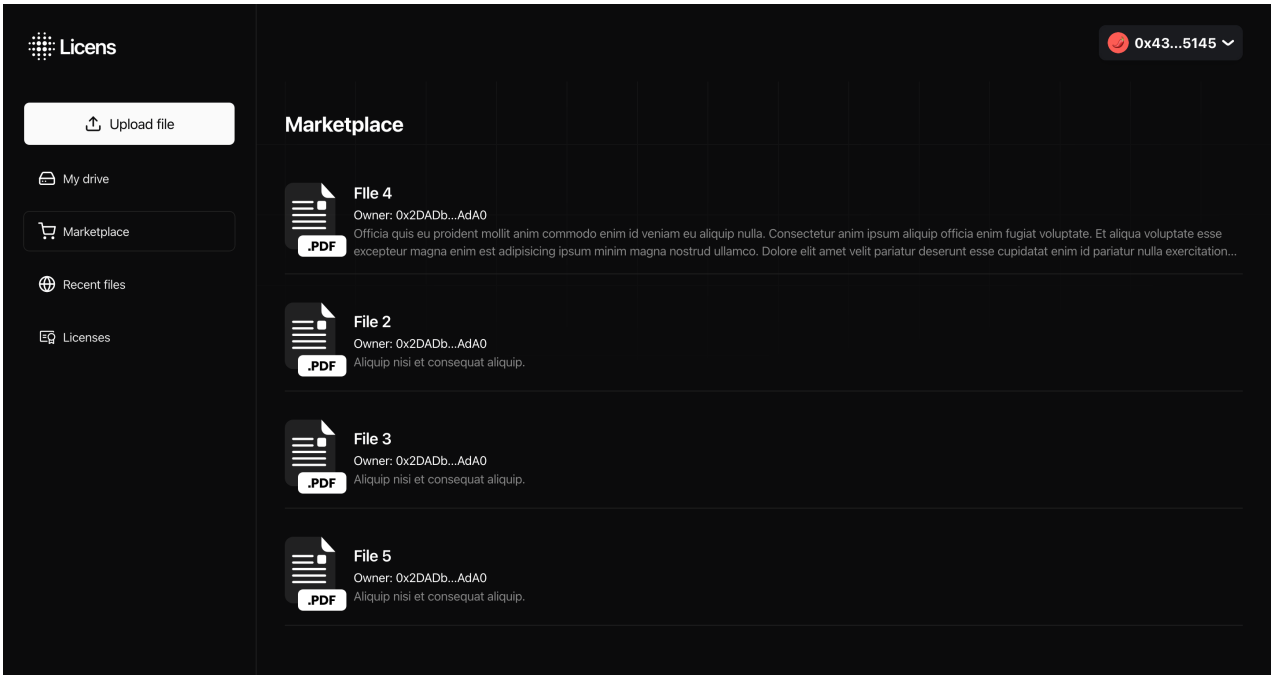

Зураг 3.2: Нүүр хуудас



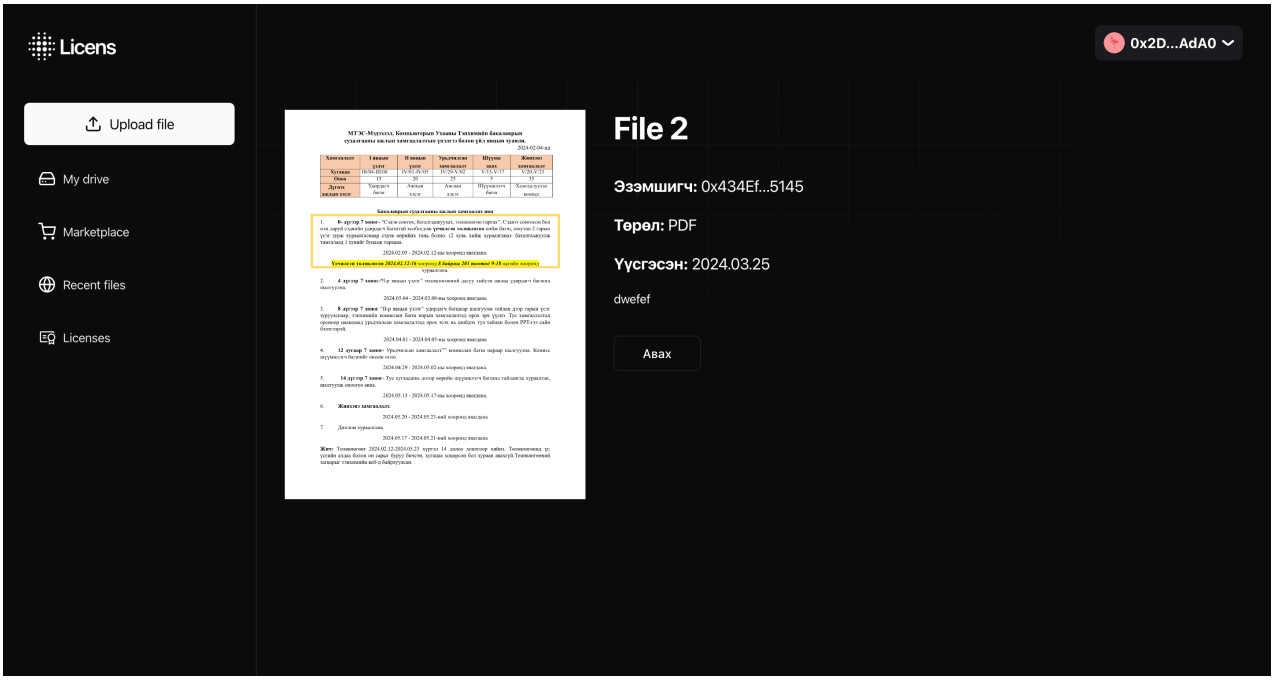

Зураг 3.3: Цахим бичиг баримт оруулах




Зураг 3.4




Зураг 3.5


Licens
0x2D...AdA0
Upload file
My drive
Marketplace
Recent files
Licenses
File 2
Эзэмшигч: 0x434Ef...5145
Төрөл: PDF
Үүсгэсэн: 2024.03.25
dwefef
Авах

Зураг 3.6

# 4. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаар блокчэйн технологи болон дижитал эрхийн менежментийн талаар судласан. Энэхүү судалж суралцсан мэдлэгээ ашиглан практикт цахим баримт бичгийн лицензийн систем бүтээхийг зорилоо. Хөгжүүлэлтийн явцад блокчэйн сүлжээнд цахим баримт бичгийг байршуулах, лиценз олгох, лицензийн баталгаажуулалт зэрэг янз бүрийн функцүүдыг хэрэгжүүлж, туршиж үзсэн. Үр дүнд нь орчин үеийн шинэлэг блокчэйн технологиудтай танилцсан ба бүтээгдэхүүний шаардлагыг гаргаж ухаалаг гэрээ бичихээс эхлээд эцсийн хэрэглэгчид хүрэх чанарын шаардлагыг хангаж блокчэйн технологийг ашиглан найдвартай, ил тод, төвлөрсөн бус системийг бүтээлээ. Цаашид өөрийн бичсэн ухаалаг гэрээ болон системээ хөгжүүлэн зөвхөн баримт бичиг бус дуу хөгжим, видео, цахим ном зэргийн цахим хөрөнгийн лицензийн систем болгохыг зорино.

# Bibliography

[1] Adam Hayes, Blockchain Facts: What Is It, How It Works, and How It Can Be Used. (December 15, 2023) https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp

[2] Scott Nevil, Distributed Ledger Technology (DLT): Definition and How It Works. (May 31, 2023) https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledger-technology-dlt.asp

[3] Sundararajan S. UN Agencies Turn to Blockchain In Fight Against Child Trafficking. (Nov 13, 2017) https://www.coindesk.com/markets/2017/11/13/un-agencies-turn-to-blockchain-in-fight-against-child-trafficking/

[4] Zug Digital ID: Blockchain Case Study for Government Issued Identity. https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp

[5] What is digital rights management (DRM)?. https://business.adobe.com/blog/basics/digital-rights-management

# А. ҮЕЧИЛСЭН ТӨЛӨВЛӨГӨӨ

Батлав.

МКУТ-ийн эрхлэгч:...../Дэд профессор. Ч.Алтангэрэл/ 2024 оны 02 сарын 12 нд

Монгол нэр: **Блокчэйн сууръ лицэнз баталгаажуулалт**
Англи нэр: **Licence validation with blockchain**
Сэдэвт бакалаврын судалгааны ажлын **7 хоногийн үечилсэн төлөвлөгөө**

Хугацаа: **2024.02.13**-аас **2024.05.23** хүртэл **14** долоо хоног

| № | Долоо хоног / Хийх ажил | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 Явц I | 5 | 6 | 7 | 8 Явц II | 9 | 10 | 11 | 12 Урьдчилсан хамгаалалт | 13 Засаж сайжруулах | 14 Шүүмж | Жишээ хамгаалалт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Судалгаа | Сэдвийн | 2 сарын 05-08 хооронд үечилсэн төлөвлөгөөө | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Технологийн | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Системийн шинжилгээ зохиомж | Системийн шинжилгээ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Шаардлагын тодорхойлолт | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Системийн UI/UX дизайн | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Системийн хэрэгжүүлэлт | Үндсэн код | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Нэмэлтүүд | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Туршилт | Тест | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Сайжруулалт | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Тайлан | Явцын | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Эцсийн | | | | | | | | | | | | | | | | |

*Тайлбар: Төслийг хэрэгжүүлэх төлөвлөгөөг 7 хоногийн давтамжтайгаар хийж тод харагдуулж будаж тэмдэглэнэ. Хийх ажил дээ хэсэгтэй байвал уг ажилд зарцуулах хугацаа хүчин төлөвлөж болно. Ажлын эхлэх төгсөх хугацаа хооронд давхцаж болно. Ажлын гүйцэтгэлийг дүгнэж тэмдэглэсэн хийх боломжтой байхаар "7хоног" багануудыг үүсгэнэ.*

Зөвшөөрсөн: Удирдагч багш ...../Дэд профессор Ч.Алтангэрэл/

Боловсруулсан: Оюутан ...../Программ хангамж-4, Э.Жавхлан/
Оюутны ID: 20b1num0649
Холбогдох утас: 88242310

Зураг А.1: Удирдагчийн үнэлгээ дүгнэлт

# В. КОДЫН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

```
pragma solidity ^0.8.0;

contract LicenseMarketplace {
    address public owner;

    struct File {
        uint256 id;
        address owner;
        string fileName;
        string description;
        string category;
        string fileHash;
        bool isPublic;
        uint256 createdAt;
    }

    struct License {
        uint256 licenseNumber;
        uint256 fileId;
        address owner;
        string fileName;
        string description;
        string category;
        string fileHash;
        bool isPublic;
        uint256 createdAt;
    }

    mapping(address => File[]) private userFiles;
    mapping (address => License[]) private fileLicenses;
    mapping(uint256 => bool) public usedLicenses;

    File[] public publicFiles;
    uint256 public fileId;

    constructor() {
        owner = msg.sender;
    }

    function createFile(string memory _fileName, string memory
       _description, string memory _category,
        string memory _fileHash, bool  _isPublic) external{
        fileId++;
        uint256 newId = fileId;

        File memory newFile = File({
            id: newId,
            owner: msg.sender,
            fileName: _fileName,
            description: _description,
```

```
            category: _category,
            fileHash: _fileHash,
            isPublic: _isPublic,
            createdAt: block.timestamp
        });

        userFiles[msg.sender].push(newFile);

        if(_isPublic) {
            publicFiles.push(newFile);
        }
    }

    function issueLicense(address _owner, uint256 _id, string
       memory _fileName, string memory _description, string
       memory _category,
        string memory _fileHash, bool  _isPublic) external {

        uint256 licNum = generateUniqueLicense();

        License memory newFile = License({
            licenseNumber: licNum,
            fileId: _id,
            owner: _owner,
            fileName: _fileName,
            description: _description,
            category: _category,
            fileHash: _fileHash,
            isPublic: _isPublic,
            createdAt: block.timestamp
        });

        fileLicenses[msg.sender].push(newFile);
    }

    function getAllPublicFiles() external view returns(File[]
       memory) {
        return publicFiles;
    }

    function getAllUserFiles() external view returns(File[]
       memory) {
        return userFiles[msg.sender];
    }

    function getAllUserLicenses() external view returns(License[]
        memory) {
        return fileLicenses[msg.sender];
    }


    function validateLicense(uint256 licenseNumber) external view
        returns (bool) {
        return usedLicenses[licenseNumber];
```

```
98      }
99
100     function getPublicFileById(uint256 _id) external view returns
            (File memory) {
101         for (uint256 i = 0; i < publicFiles.length; i++) {
102             if (publicFiles[i].id == _id) {
103                 return publicFiles[i];
104             }
105         }
106         revert("Public␣file␣not␣found");
107     }
108
109
110     function getMarketplaceFiles() external view returns (File[]
           memory) {
111         uint256 senderFilesCount = userFiles[msg.sender].length;
112         uint256 totalPublicFilesCount = publicFiles.length;
113
114         uint256 excludedFilesCount = senderFilesCount;
115         for (uint256 i = 0; i < fileLicenses[msg.sender].length;
               i++) {
116             if (fileLicenses[msg.sender][i].isPublic) {
117                 excludedFilesCount++;
118             }
119         }
120
121         File[] memory result = new File[](totalPublicFilesCount -
                excludedFilesCount);
122         uint256 index = 0;
123
124         for (uint256 i = 0; i < totalPublicFilesCount; i++) {
125             bool isUserFile = false;
126             bool hasUserLicense = false;
127
128             for (uint256 j = 0; j < senderFilesCount; j++) {
129                 if (publicFiles[i].id == userFiles[msg.sender][j
                       ].id) {
130                     isUserFile = true;
131                     break;
132                 }
133             }
134
135             for (uint256 k = 0; k < fileLicenses[msg.sender].
                   length; k++) {
136                 if (publicFiles[i].id == fileLicenses[msg.sender
                       ][k].fileId) {
137                     hasUserLicense = true;
138                     break;
139                 }
140             }
141
142             if (!isUserFile && !hasUserLicense) {
143                 result[index] = publicFiles[i];
144                 index++;
```

```
145                 }
146             }
147 
148             return result;
149         }
150 
151          function generateUniqueLicense() internal returns (uint256)
               {
152             uint256 randomNumber = uint256(keccak256(abi.encodePacked
                   (block.timestamp, block.difficulty, msg.sender)));
153             uint256 license = randomNumber % 10000000000;
154 
155             while (usedLicenses[license]) {
156                 randomNumber = uint256(keccak256(abi.encodePacked(
                       randomNumber, block.timestamp)));
157                 license = randomNumber % 10000000000;
158             }
159 
160             usedLicenses[license] = true;
161 
162             return license;
163         }
164 }
```

Код B.1: Ухаалаг гэрээ